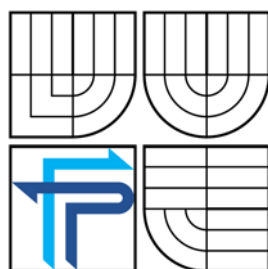


**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV MANAGEMNTU**

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUTE OF MANAGEMENT

# **OPTIMALIZACE PROCESŮ VÝROBNÍ LINKY**

PROCESS OPTIMIZATION OF THE PRODUCTION LINE

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**  
MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**Bc. ALEŠ PROKOP**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. ZDEŇKA VIDECKÁ, Ph.D.**

BRNO 2008

Tato verze diplomové práce je zkrácená (dle Směrnice děkana č. 4/2007). Neobsahuje identifikaci subjektu, u kterého byla diplomová práce zpracována (dále jen „dotčený subjekt“) a dále informace, které jsou dle rozhodnutí dotčeného subjektu jeho obchodním tajemstvím či utajovanými informacemi.

## **ANOTACE:**

Obsahem práce je představení metody simulace a simulačního software Witness jako nástroje pro podporu manažerského rozhodování v konkrétně mnou zvoleném podniku STEKO spol. s r.o. V práci je vytvořen model reálného podnikového procesu v programu a jeho následná optimalizace. V práci jsou použity metody modelování, simulace a optimalizace.

## **ANNOTATION:**

This thesis presents simulation method and simulation software Witness as a decision management instrument of a company, applied in STEKO spol. s r.o. The goal of this thesis is to create a model of real business process in the simulation program and following optimization.

## **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Modelování, simulace, optimalizace, Witness

## **KEY WORDS:**

Modelling, simulation, optimization, Witness

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

PROKOP, A. *Optimalizace procesů výrobní linky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2008. 93 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.

## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ:**

Prohlašuji, že je předložená diplomová práce původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 21. 5. 2008

.....

Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ:**

Rád bych poděkoval vedoucí diplomové práce Ing. Zdeňce Videcké, Ph.D. a Ing. Vladimíru Bartoškovi za cenné rady a připomínky, které mi při zpracování diplomové práce poskytli. Dále poděkování patří panu Jiřímu Kolářovi ze společnosti STEKO spol. s r.o. za podklady a informace potřebné k vypracování této diplomové práce.

Úvod.....	7
2 Teoretická východiska práce .....	9
2.1 Produktivita a konkurenceschopnost .....	10
2.1.1 Efektivnost .....	10
2.1.2 Audit produktivity.....	10
2.1.3 Konkurenceschopnost.....	11
2.2 Výrobní management.....	11
2.2.1 Dělení činnosti výrobních managerů .....	12
2.2.1.1 Projektování výrobních systému.....	12
2.2.1.2 Operativní řízení výrobního systému.....	12
2.2.2 Rozhodování výrobních managerů .....	12
2.2.2.1 Struktura rozhodovacího procesu .....	13
2.2.2.2 Klasifikace rozhodovacích problémů .....	14
2.3 Podpora manažerského rozhodování .....	15
2.3.1 Nástroje pro řízení podniku .....	16
2.3.1.1 Projektování hladkého výrobního toku.....	17
2.3.2 Podnikové informační systémy.....	18
2.3.2.1 Manažerské informační systémy MIS .....	18
2.3.2.2 Integrované systémy řízení podniku ERP.....	18
2.3.2.3 Systémy pokročilého plánování APS/SCM.....	19
2.3.2.4 Systémy pro řízení výrobních procesů MES systémy .....	21
2.3.2.5 Vlastní řídicí systémy strojů a zařízení.....	21
2.3.3 Koncepty pro řízení výroby .....	22
2.3.3.1 Just In Time a Kanban .....	22
2.3.3.2 MRP .....	24
2.3.3.3 TOC .....	27
2.4 Výroba .....	29
2.4.1 Typy výroby.....	31
2.4.2 Uspořádání výrobního procesu .....	32
2.4.2.1 Předmětné uspořádání (product layout).....	32
2.4.2.2 Technologické uspořádání (Process layout) .....	33
2.4.2.3 Pevné uspořádání (Fixed position layout) .....	34
2.4.2.4 Kombinované uspořádání .....	35
2.4.2.5 Buňková výroba (Cellular manufacturing).....	35
2.4.2.6 Skupinová technologie (Group technology).....	35
2.4.2.7 Pružné výrobní systémy (Flexible manufacturing systémy).....	35
2.4.3 Inovace.....	36
2.4.4 Řízení zásob .....	37
2.4.5 Výrobní dávky .....	37
2.4.5.1 Nákladová optimalizace velikosti výrobní dávky.....	37
2.4.6 Výroba řízena počítačem .....	38
2.4.6.1 Počítači integrované řízení výroby - CIM .....	38
2.5 Modelování a simulace .....	40
2.5.1 Simulace.....	40
2.5.2 Model .....	41
2.5.2.1 Spojité modely .....	42

2.5.2.2 Diskrétní modely.....	42
2.5.3 Počítačové modelování.....	42
2.5.3.1 Mentální a počítačové modely.....	43
2.5.3.2 Simulační a optimalizační modely.....	44
2.5.3.3 Použití optimalizace.....	44
2.5.3.4 Omezení optimalizace.....	45
2.5.3.5 Použití optimalizace.....	46
2.5.3.6 Využití simulace procesů.....	46
2.5.4 Simulace výroby .....	46
2.5.4.1 Vznik simulace (simulace výroby) .....	47
2.5.4.2 Aplikace simulace.....	47
2.5.4.3 Simulační projekty.....	48
2.5.4.4 Omezení simulace.....	50
2.5.5 WITNESS .....	52
3 Analytická část práce .....	54
3.1 Představení společnosti.....	54
3.2 Organizační struktura firmy.....	54
3.3 Realizace výroby - divize krby .....	54
3.5 Výroba krbové vložky Mars 7.1 .....	54
3.5.1 Analýza výrobního procesu .....	54
3.5.2 Analýza výrobního toku: .....	55
Návrhová část práce.....	55
3.5.3 Model výroby.....	55
3.5.4 Nastavení strojů .....	55
3.5.5 Validace modelu .....	55
Zhodnocení návrhu .....	55
Závěr .....	55
Literatura.....	56

## Úvod

Schopnost efektivního řízení změn procesů je jedním z klíčových faktorů úspěchu nejen každého výrobního procesu. Výrobní management a také dodavatelé jsou pod neustálým tlakem zkracování průběžných časů a snižování výrobních nákladů. Současně se zvyšuje náročnost zákazníka co se týče kvality, rozmanitosti variant a doplňků i dalších souvisejících služeb, což dále zvyšuje komplexnost nejen výrobních a distribučních systémů, ale i všech ostatních podnikových procesů v celém provázaném dodavatelském řetězci. Mnoho společností proto s cílem zvyšování efektivity a plnění neustále se zpřísnujících se podmínek na trhu implementuje různé techniky moderního řízení výroby.

Mezi nástroje moderního řízení výroby můžeme například zařadit simulační metody, které nacházejí uplatnění v mnoha oborech lidské činnosti. V oblasti výroby mají tyto metody schopnost předvídat a ovlivňovat vlastnosti jednotlivých procesů. Znalost těchto mechanismů se potom stává nezbytným podpůrným nástrojem pro zodpovědné rozhodování pro celý organizační tým (manažera, technika, plánovače, ekonoma, mistra, personalisty, ...). Tím jednoznačně přispívá ke zvyšování produktivity a konkurenceschopnosti podniku - pohotovým přizpůsobením se trhu, optimalizací výroby, zkvalitněním poskytovaných služeb.

Současná informační společnost dospěla do stádia, kdy simulační modely tvoří běžnou součást podpory rozhodování při plánování a řízení výroby. Na jedné straně je možné prostřednictvím simulačních modelů otestovat různé varianty řešení, tzn. hledání možností jak předcházet chybným rozhodnutím, popř. lze ověřit zda plánovaný koncept je reálný a na straně druhé lze pomocí počítačové simulace navrhnout vhodnou výrobní kapacitu, nebo eliminovat předimenzování výrobního systému.



## **Cíl diplomové práce**

Cílem této diplomové práce je identifikace reálných omezení výrobní linky s využitím moderního simulačního software Witness, tato omezení maximálně využít popřípadě najít způsob a možnosti jak omezení odstranit a zvýšit tak průtok celého systému.

Zvolené téma jsem vybral jako téma své diplomové práce, protože mi dává možnost vyzkoušet teoretické znalosti z oblasti řízení výroby a simulace výroby na konkrétní fungující firmě a současně také využít poznatků z předcházejícího studia na fakultě strojního inženýrství.

## 2 Teoretická východiska práce

„Jedním z naléhavých problémů naší ekonomiky je nízká úroveň produktivity práce. Odborníci odhadují, že například úroveň produktivity práce v našich strojírenských podnicích ve srovnání se strojírenskými podniky průmyslově vyspělých zemí se pohybuje v rozmezí 20-40%.“ (1, str. 7)

„Mezi nejzávažnější nedostatky řízení výroby našich podniků ve srovnání s jejich vyspělejšími konkurenty můžeme zařadit:“ (1, str. 7)

- Nedostatek strategického přístupu k řízení výroby
- Používání zastaralých, nebo nevhodných přístupů řízení a organizace výroby
- Nedostatečná podpora řízení výroby informačními technologiemi

Stanovit jakou mírou se podílí výše uvedené faktory na celkové produktivitě práce je velmi obtížné. V podmínkách naší ekonomiky je řešení zlepšování organizace a řízení výroby snadnější vzhledem k tomu, že nahrazení výrobků, výrobních technologií odpovídající světové úrovni je dlouhodobý a zejména finančně velmi náročný proces. V oblasti řízení výroby je možno dosáhnout zlepšení výroby v podstatně kratším čase při vynaložení menších finančních prostředků.

„Management našich podniků si stále více začíná uvědomovat nutnost harmonického rozvoje systémů řízení ve všech důležitých oblastech, včetně oblasti řízení výroby, její racionalizace a zvyšování kvality,“(1, str. 8)

## 2.1 Produktivita a konkurenceschopnost

„Produktivita a konkurenceschopnost jsou sice rozdílné, ale zato úzce spojené pojmy, životně důležité pro každý podnikatelský subjekt. Produktivita se rozumí míra, která vyjadřuje jak dobře jsou využity zdroje při vytváření produktů.“ (2, str.26)

„Cílem řízení výroby by mělo být dosažení stavu, aby všechny výrobní zdroje byly efektivně využity.“ (1, str.8)

$$P = \frac{\text{Výstupy}}{\text{Vstupy}}$$

The diagram illustrates the components of the productivity formula. The numerator 'Výstupy' is linked by an upward arrow to a box containing 'Cena' and 'Množství'. The denominator 'Vstupy' is linked by a downward arrow to a box containing 'Prímé náklady' and 'Neprímé náklady'.

Obr.1 Výpočet produktivity (3)

„Míra efektivnosti využití zdrojů (produktivita) je důležitá, protože vypovídá o míře konkurenční schopnosti výroby.“ (4, str.148)

Mezi hlavní faktory ovlivňující produktivitu můžeme zařadit: pracovní metody, kapitál, kvalita práce, technologie výroby a styl řízení. Výpočet produktivity je na Obr.1.

### 2.1.1 Efektivnost

Jedná se užší pojem než produktivita. Efektivnost se týká jen určitého zdroje. Produktivita se týká okolností a podmínek fungování (výrobního procesu).

### 2.1.2 Audit produktivity

Rozhodování jak dál při zvyšování produktivity musí být založeno na objektivních faktech. Nástrojem pro jejich získání je audit produktivity, který se zaměřuje jak na oblast měřitelných údajů, tak i na vliv kvalitativních faktorů působící na zvyšování produktivity. Výstupem auditu je nalezení oblastí s největším potenciálem pro zvýšení produktivity. Tento výsledek je pak podkladem pro sestavení plánu cesty vedoucí k růstu produktivity.

### **2.1.3 Konkurenceschopnost**

„Vypovídá o tom, nakolik efektivní je podnik na trhu, ve srovnání s ostatními podniky, jež nabízí podobné či stejné výrobky, nebo služby. Aby podnik mohl na trhu dosáhnout svoje cíle, musí být konkurenceschopný.“ (4, str.149)

Snahou podniků tedy je udržení trvalé konkurence schopnosti podniku formou správná reakce na rychlost (dynamiku) a těmto požadavkům se zavčas přizpůsobit.

Pravě výrobní management, který klade důraz na samotnou výrobu je jedním ze základních článků, tedy významných směrů, kterým je třeba věnovat pozornost.

## **2.2 Výrobní management**

Žijeme v období dynamicky se rozvíjejících výrobních procesů a proto je nutné prosperitu podložit řadou dlouhodobých rozhodnutí, přijímaných ve správný čas na správném místě, která vedou ke zvýšení produktivity. Globalizace trhu znamená, že zákazník má volbu výběru a nemusí akceptovat ani tu nejmenší závadu kvality výrobku: to znamená, že úspěšný podnik musí vyrábět a dodávat kvalitní výrobky a rostoucí řady služeb. (11)

Výrobu lze chápat jako součást komplexního systému firmy a její podnikatelské politiky. Z ní se odvíjejí výchozí cíle dané vrcholovým managementem. Jedná se o cíle různě definované co do obsahu, rozsahu a časového ohraničení. Cíle výrobního managementu firmy jsou odvozovány na rovině středního managementu a dále pak operacionalizovány na jednotlivé vnitřní složky výrobního procesu. (9)

„Výrobní manažer řídí prostřednictvím promyšleného rozhodování vzájemně provázaný systém náročných prací. Jeho centrální nervová soustava je permanentně zatěžována zvažováním kvantity a kvality, stability a inovačních změn, využitím vlastních kapacit a kooperací. Neustále musí vyhodnocovat situaci a hledat všechna možná účinná řešení.“ (4, str.32)

### **2.2.1 Dělení činnosti výrobních managerů**

Výrobní manager je zodpovědný za plynulý chod výroby a téměř každé rozhodnutí má přímý vliv na produkované výrobky a tedy na prosperitu celé firmy. Činnosti výrobních lze rozdělit na:

#### **2.2.1.1 Projektování výrobních systému**

Tato projektování obsahují zásadní rozhodování o výrobních kapacitách, rozmístění provozů a zařízení, plánování časů výroby, apod. Nejčastějšími otázkami při řešení této problematiky jsou odpovědi na :

- Jak lze dále zlepšit vyráběné výrobky a služby?
- Jak využíváme výrobní kapacitu?
- Jakou výrobní kapacitu budeme potřebovat v budoucnu?
- Jak co nejlépe rozmístit dílny, pracoviště, stroje?
- Jak snížit výrobní náklady? Atd. (4)

#### **2.2.1.2 Operativní řízení výrobního systému**

„Zahrnuje řešení každodenních situací jako např. regulace práce operátorů strojů, množství zásob, kvalita apod. Problematika spočívá v odpovědích na tyto otázky:

- Jak odstranit úzká místa a zvýšit kapacitu?
- Jaká je optimální kapacita vzhledem k tomu co se právě vyrábí?
- Co vyrobit a co koupit?
- Jaké přesné je využití lidí a zařízení?
- Plníme cíle výrobních plánů v požadované kvalitě? Atd.“ (4 str.22)

### **2.2.2 Rozhodování výrobních managerů**

Úkolem výrobních managerů je především rozhodovat. Jejich řízení ve výrobním procesu představuje neustálý rozhodovací proces, který směřuje k jasným, předem stanoveným cílům. Veškeré rozhodnutí, které vstoupí do výrobního procesu přímo ovlivňuje produkované výrobky, tedy prosperitu celého podniku.

I přesto, že výroba se drží předem stanovených plánů, tak mnoho rozhodnutí zůstává na samotných výrobních manažerech.

**Teorie rozhodování** se zejména hodí k řešení výrobních situací charakteristických následujícími prvky:

- a) Existující i budoucí podmínky mají vliv (jsou ve vztahu) k výsledkům rozhodování
- b) Výrobní manažer má k dispozici soupis alternativ řešení, ze kterých je možné vybrat
- c) Je znám výnos každé alternativy řešení za každé možné situace. (7)

K hledání **optimálního výrobního řešení** lze použít následující postup řešení:

- Identifikace možných budoucích podmínek (např. velikost poptávky)
- Vypracovat seznam alternativ řešení
- Určit odhad výnosu příslušné alternativy
- Stanovit pravděpodobnost vzniku každé situace
- Ocenění alternativy řešení (maximalizace zisku)
- Vybrat a realizovat nejlepší alternativu řešení (7)

#### **2.2.2.1 Struktura rozhodovacího procesu**

Aby bylo dosaženo úspěšného rozhodovacího procesu tak musí projít určitými zavedenými odzkoušenými fázemi:

- a) Identifikace – sběr, analýza a vyhodnocování informací, identifikace situací, které vyžadují řešení
- b) Analýza a formulace problému – stanovení základních prvků, určení příčin vzniku problému a cílů jeho řešení
- c) Stanovení kritérií hodnocení – pro posuzování a hodnocení variant řešení
- d) Tvorba variant řešení – nalezení a formulace činností vedoucích k řešení
- e) Stanovení důsledků variant z hlediska vybraných kritérií

- f) Hodnocení variant, výběr varianty určené k realizaci (optimální) nebo preferenční uspořádání variant
- g) Realizace, implementace vybrané varianty
- h) Monitorování a kontrola – stanovení odchylek vzhledem ke stanoveným cílům, příprava a realizace nápravných opatření, korekce cílů, pokud nebyly stanoveny realisticky (7)

Příčiny chyb svých rozhodnutí výrobní manažeři většinou přičítají na vrub „nepředvídatelných“ okolností. Ve skutečnosti se ale většinou jedná o mnohem prozaičtější příčiny:

- a) Poruchy procesu jejich rozhodování
- b) Limitace zdrojů (času, peněz, ochoty, kapacit, informací, apod.)
- c) Závady z titulu suboptimalizace (kompromisu zájmů subjektů rozhodování) (7)

#### **2.2.2.2 Klasifikace rozhodovacích problémů**

Výrobní manažeři se rozhodují v prostředí které je proměnlivé a lze tedy dělit na:

- Dobře strukturované problémy

Tyto problémy mají vlastnosti, že jsou algoritmizované a programované. Zpravidla opakovaně řešené a existují pro ně rutinní postupy řešení. Příkladem lze uvést vytížení výrobní linky, obsazení jednotlivých strojů pracovníky, stanovení velikosti objednávky (dávky) materiálu.

- Špatně strukturované problémy

Zpravidla nové, neopakovatelné; typické na vyšších stupních řízení. Řešení vyžaduje tvůrčí přístup, rozsáhlých znalostí, zkušenosti a intuice, neexistují standardní procedury (příklad: vytvoření společného podniku, organizační struktura, inovace, apod.)

- Výrobní rozhodování za jistoty

Rozhodování je snadné, pokud s určitostí víme, která z alternativ nastane.

Vybere se varianta přinášející nejvyšší výnos.

- Výrobní rozhodování za jistoty

Opačným extrémem je rozhodování za nejistoty. Neexistuje žádná informace o budoucím stavu věcí. Za takových podmínek lze ve výrobních situacích použít metod rozhodování jako:

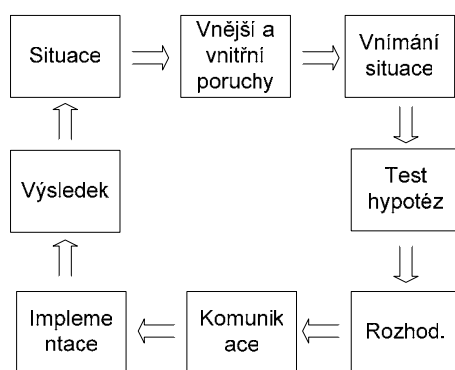
Maximin	Jedná se o nalezení nejhorší možné alternativy a potom se vybere ta nejlepší varianta.
Maximax	Jedná se o nalezení nejlepšího možného výnosu a ten se použije.
Laplace	Jedná se o nalezení průměrného výnosu každé alternativy a potom z nich vybereme nejlepší průměr.
Minimax regret	Nalezení největšího zklamání každé alternativy (regret je rozdíl mezi daným a nejlepším výnosem ve sloupcích). (7)

## 2.3 Podpora manažerského rozhodování

Schopnost správného řešení situace pouze prostřednictvím subjektivního názoru je ovlivněna množstvím faktorů. Obecně by se daly tyto faktory rozdělit na vnější (souhrn dostupných informací z různých zdrojů) a vnitřní (soubor společenských, kulturních, organizačních a ekonomických podmínek v našem vědomí). Všechny zmíněné faktory ovlivňují objektivní vnímání celé situace a vhodné rozhodnutí v otázce řešení problémů. Před prosazením určitého řešení, je potřeba vytvořit a testovat hypotézy o možném vývoji po realizaci rozhodnutí. Jakmile je přijato rozhodnutí je obvykle probráno s okolím, které se podílí na jeho realizaci. Výsledkem implementace přijatého řešení je obvykle žádaná změna chování ovlivňovaného systému.

Zpravidla však dochází k neočekávaným efektům, což nás přivádí ke změně situace, na kterou je opět třeba nějakým způsobem reagovat. Průběh rozhodovacího procesu je na znázorněn na Obr.2.





Obr.2 Rozhodovací proces (10)

Posláním vedoucích pracovníků je určovat dlouhodobé cíle podniku, plánovat vhodnou strategii řízení a stanovovat optimální postup. Předpokladem a východiskem by měly být závěry získané z praxe a zkušenosti vedoucího pracovníka, tím se docílí minimalizace kontraproduktivních rozhodnutí a nevhodných postupů. Výsledkem pak bude pouze omezený počet proveditelných a možných variant řešení. Prostředky pro podporu rozhodování rozvíjejí to, v čem jsou lidé dobří - kombinace různých konceptů, které vedou ke vzniku nových myšlenek a do procesu rozhodování přinášejí to, v čem jsou slabší - výpočetní rychlost a přesnost, opakovatelnost a systémový přístup k přijímání rozhodnutí.

### 2.3.1 Nástroje pro řízení podniku

Současné celosvětové zvyšování produktivity je ve značné míře umožněno zaváděním převratných japonských manažerských technik do podnikových systémů. Analýzy tradičních procesů ukázaly, že z celkové doby výrobního cyklu se asi jen 10% času přidává hodnota a zbytek je dobou, v níž pouze vznikají často zbytečné režijní náklady. Zaměřovat se na zkracování operačních časů je konvenční přístup, který však může přinášet úspory jen v rámci uvedených 10% a navíc výkonnější stroje často zvýší zásoby. Úsilí inovátorů organizace výroby se proto zaměřilo na mezioperační časy, tj. na eliminaci časů a operací nepřidávajících hodnotu (které tvoří zbylých 90%) vytvořením hladkého toku operací přidávající hodnotu. (6)

### ***2.3.1.1 Projektování hladkého výrobního toku***

„Hladká výroba vzniká jako výsledek úsilí v oblasti snížení zásob, zmenšení výrobního prostoru a snížení počtu pracovníků při kvalitativně zlepšených výstupech. Výsledkem je rostoucí úroveň produktivity výroby a kvality. Pokrok se stává hlavním faktorem růstu jakosti. Zrychluje se výrobní tok, protože odpadá množství kontrolních operací a předělávky. Aplikace menších dávek se projevuje malými náklady.“ (4, str.157)

Každé přerušení výrobního toku se podílí na konečné neefektivnosti celého výrobního systému. Čas je ve výrobním managementu veličina stejně důležitá jako peníze. To je hlavní důvod, proč potřebujeme dosáhnout co nejhladšího výrobního toku.

Společné cíle metod pro hladký výrobní tok můžeme shrnout do: (4)

- Nízké zásoby
- Krátké průběžné doby výroby
- Krátké dodací lhůty zákazníkům
- Odpovídající využití kapacit
- Minimální chybovost
- Systém zvyšování kvalifikace
- Zaměření na zákazníka
- Nepřetržité zlepšování

Na podporu všech činností v podnicích se podílí na spolupráci řada specializovaných i řadových programů s kterými se zaměstnanci setkávají v každodenní praxi. Cílem této softwarové podpory je udržení rytmu růstu podpůrných technik pro řízení podniku a dosažení tak konkurenční výhody, efektivnější výroby a spokojenosti zákazníka.

Do skupiny podpůrných programů v oblasti řízení a optimalizace výroby můžeme zařadit systémy které jsou uvedeny v následující kapitole.

### **2.3.2 Podnikové informační systémy**

Hierarchický model podnikových informačních systémů si lze představit jako pyramidu, v jejíchž jednotlivých patrech se nacházejí (shora dolů):

- Manažerské informační systémy (Management Information Systems – MIS)
- Integrované systémy řízení podniku (Enterprise Resource Planning – ERP)
- Systémy APS/SCM (Advanced Planning System/Supply Chain Management)
- Systémy pro řízení výrobních procesů (Manufacturing Execution System – MES)
- Vlastní řídicí systémy strojů a zařízení (8)

#### ***2.3.2.1 Manažerské informační systémy MIS***

Tyto informační systémy se nalézají na vrcholu pyramidy IS a slouží jako nástroj pro vrcholový management. Vstupem dat se stávají informace získané z nižších stupňů podnikového IS (PIS), příkladem může být podnikový sklad, nebo integrovaný systém řízení podniku (ERP). Díky propojení dat má management lepší představu o skutečnosti a může tak získat lepší představy o plánech. Systémy MIS (EIS) slouží pro strategické rozhodování managementu. (16)

#### ***2.3.2.2 Integrované systémy řízení podniku ERP***

Na přelomu 80. a 90. let bylo charakteristické nasazení počítačů na podporu přípravy výroby a jeho realizaci (CAD, CAM, CAP, CIM, apod.).

Později se převedla pozornost na softwarové produkty v plánování a řízení výroby, resp. celého logistického toku zakázky s označením MRP. Později se MRP spojilo s funkčními aplikacemi a vytvořila novou kategorii označovanou ERP.

Systémy ERP navázaly na řešení MRP II. Po spojení finančních a logistických částí se ERP rozšiřuje do aplikací směrem k podpoře činností spojených s obchodem a obecně se zákazníkem i s okolím podniku - řízení dodavatelských řetězců SCM, řízení vztahu se zákazníky CRM, podpora elektronického obchodu B2B (Business to Business), B2C (Business to Customer) a zásobování a vzniká rozšířený systém ERP II. (13)

ERP je úzce spjat s pojmem Reengineering a s projekty kvality ISO. Cílem integrovaného ERP systému řízení je zejména plánování a zabezpečení podnikových zdrojů se všemi probíhajícími podnikovými aktivitami. Úkolem těchto systémů tedy je pokrytí všech důležitých oblastí podnikového řízení, od nákupu, prodeje, finančního účetnictví, skladů po plánování výroby apod.

Prostřednictvím řízení dodavatelského řetězce (Supply Chain Management - SCM) dochází ke zkracování času na zpracování a současně ke zvyšování spolehlivosti dodání produktu zákazníkovi.

Klasický dodavatelský řetězec mohl být v podstatě lineární:

„Dodavatel->Výrobce->Distributor->Prodejce->Zákazník.“ (13, str.77)

Součástí SCM je silná vazba na výrobní plánování až po úroveň dílenského rozvrhování. Tato oblast speciálních aplikací je označována jako APS (Advanced Planning and Scheduling). (13)

### ***2.3.2.3 Systémy pokročilého plánování APS/SCM***

APS systémy v sobě zahrnují integraci systémů ERP a MRP s cílem zkrácení doby plánování výroby s maximálním využitím výrobních kapacit podniku. APS systémy plánují a optimalizují výrobní podnik při zahrnutí reálných omezení na základě např. úzkých míst, nebo omezených zdrojích, apod. Informační systém Supply Chain Management (SCM) zabezpečuje plánovací procesy v rámci celého dodavatelského řetězce.

Pod pojmem dodavatelský řetězec si lze představit všechny činnosti související s tokem a přeměnou suroviny na výsledný výrobek, který se dostane až ke konečnému uživateli. Takový systém řízení umožňuje velkou flexibilitu při reakcích na měnící se požadavky trhu. Souhrnně jsou tyto systémy označovány jako APS/SCM a je tedy zřejmé, že do této kategorie spadá mnoho velmi odlišných softwarových aplikací. Rozdíly lze zaznamenat např. z hlediska funkcionality, využitelnosti a schopnosti plánovat v rámci dodavatelského řetězce

### ***Přínosy APS/SCM systémů***

Implementace APS systémů zvyšuje především spolehlivost termínů dodávek a snižuje úroveň skladových zásob. Významné jsou další přínosy jako synchronizace výroby a nákupu s poptávkou, snížení průběžné doby výroby a zvýšení propustnosti výroby. Díky tomu se stávají jednou z nosných technologií rozšiřující možnosti transakčních ERP systémů. Nabízené systémy jsou připraveny na bezproblémovou implementaci nad libovolným konkurenčním ERP systémem. Nasazení SCM bude efektivní právě tam, kde dochází k velké kooperaci firem v rámci řetězce. Tím dojde ke zlepšení plánování a vytížení výrobních kapacit, zásobování materiálem a zvýší se reakce na rychlé změny na trhu. Systémy APS mohou také být plánovací tabule ve výrobě.(17)

	ERP	APS/SCM
Marketing	x	
Prodej	x	
Nákup	x	x
Sklady	x	x
TPV	x	
Řízení výroby	x	x
Expedice		x
Servis	x	
Finance	x	
Mzdy	x	
Majetek	x	
Personalistika	x	

Tab. 1 Funkcionalita hlavních oblastí IS podniků. (13)

Další skupina, která je po APS ještě bližší vlastnímu výrobnímu systému protože realizuje přímo jeho řízení je MES.

#### ***2.3.2.4 Systémy pro řízení výrobních procesů MES systémy***

MES systémy představují návaznost informačního systému na vlastní výrobní systém. Je to vrstva mezi ERP (APS) a technologickým procesem, kde mohou být nasazeny číslicově řízené stroje. Cílem MES (Manufacturing Execution System) systému je přebírání požadavků a úkolů na výrobu z vyššího nadřazeného systému, sledování kvality výrobků, sestavování krátkodobých plánů výroby. Do této oblasti můžeme zahrnout aplikace: CAD (Computer Aided Design), CAM (Computer Aided Manufacture), CIM (Computer Integrated Manufacture), DWH (Data Warehouse).

**Systémy MES podporují následující oblasti:**

- „Řízení a přidělování zdrojů
- Operativní plánování a rozvrhování výroby
- Dispečerské řízení výroby
- Sběr a archivace dat
- Řízení pracovních sil
- Řízení kvality
- Procesní řízení
- Sledování produkce
- Analýza a hodnocení výkonnosti“ (13, str.93)

#### ***2.3.2.5 Vlastní řídicí systémy strojů a zařízení***

Na nejnižší úrovni řízení technologických procesů jsou vlastní řídicí systémy strojů, dopravních prostředků a dalších automatizovaných, nebo automatických zařízení (Computer Numeric Control – CNC, Direct Numeric Control – DNC, Programmable Logic Controller – PLC apod.).

### 2.3.3 Koncepty pro řízení výroby

„Snahy o zefektivnění fungování podniků se projevují nejen v implementaci nových informačních systémů a informačních technologií, ale i ve využívání vhodných metod řízení. Tento trend urychlil svoje tempo od 2. poloviny 20.století, kdy vznikly a následně začaly být implementovány do podnikové praxe nové metody a principy pomáhající ke zvyšování kvality, ke snižování nákladů a ke zkrácení průběžných dob. Jak ukazují výsledky šetření produktů ERP na našem trhu, tak dominantní postavení má metoda MRP II 60%, o zbytek se dělí metoda JIT a TOC rovným dílem.“ (18, str. 52)

„Zkušenosti nejlepších dokládají, že působení na výrobní systém jen v jednom směru vyvolává negativní reakce jinde.“ (4, str. 52)

Tímto důvodem byly uvedeny ucelené koncepty metod řízení výroby, které se používají dodnes. Nejznámější z nich jsou popsány v následujících kapitole.

Manažery výrobních podniků zajímá zejména to, že konkurenceschopnost jeho výrobků závisí na ukazatelích jako je produktivita, kvalita produkce, kvalita poskytovaných služeb atd. Možnost ovlivnit tyto ukazatele má však manažer nejen během výrobní fáze, ale již v počátku volby vhodného konceptu pro řízení výroby.

K vybraným metodám (resp. konceptům) řízení uplatňujících se nejen v APS/SCM systémech, patří:

- Just In Time (JIT)
- Kanban
- Manufacturing Resource Planning (MRP II)
- Total Quality Management (TQM).
- Teorie omezení (TOC - Theory of Constraints) (4)

#### 2.3.3.1 *Just In Time a Kanban*

Metoda JIT, která je charakterizovaná včasnými dodávkami zboží a bývá charakterizována dosažením tzv. „seven zeros“

- Nulové množství zmetků
- Nulové časy seřízení

- Nulové stavy zásob
- Žádná manipulace
- Žádné přerušení
- Okamžité časy dodávek
- Dávky o velikosti jedna

Je třeba ale říci že v praxi se spíše jedná o přiblížení se k tomuto ideálu. JIT se soustřeďuje na plynulost toku materiálu. Jsou snižovány průběžné časy výroby redukováním časů čekání a časů seřízení stroje. Využívá se proměnlivá velikost výrobních dávek. Snahou je jednosměrný materiálový tok s důrazem na standardizaci a dodržování principů skupinové technologie.

Metoda JIT (Just In Time) má využití v zásadě ve dvojitěm pojetí. Modernější přístup ji charakterizuje nikoli jako systém vedoucí ke snížení zásob, ale jako systém, který vede k úspoře času v celé průběžné době výrobku. Druhé pojetí spočívá v použití JIT pro řízení jednotlivých stupňů výroby či mezi jednotlivými provozy.

Obecně je pak možno jako JIT v případě jednotlivých pracovišť chápat i princip KANBAN. Ten je vhodným nástrojem pro dílenské řízení výrobního procesu a plánování výroby. Tato metoda se však rozšiřuje i do dodavatelských a odběratelských činností. Z pohledu řízení a plánování výroby se jedná o využití principu tahu (Pull). Zákazníci svými aktivitami potom vyvolávají přímé reakce na svého dodavatele. Tak se vytvoří samořídící regulační okruhy. Jednou z předností zmiňované metody jsou jednoduché pomůcky pro její aplikaci v podniku jako např.: tabule pořadí KANBANů, plánovací tabule, výrobní, dopravní, plánovací a signální KANBANY, světelné (zvukové) signalizační zařízení.



### **Požadavky zavedení metody JIT**

- V oblasti pracovních sil: kvalifikovaný, vyškolený, ale hlavně motivovaný personál a připravenost delegovat pravomoci na každé úrovni řízení;
- Z hlediska typu výroby: opakovaná výroba stejných nebo příbuzných součástek s velkou rovnoměrností odbytu (hromadná a sériová výroba) s harmonizovanými kapacitami (tzn. zamezení vzniku úzkých míst);
- Rychlé seřizování strojů a zařízení, částečná pružnost kapacity (přesčasy) a plynulé toky (tzn. správně navržené rozmístění kapacit na dílně);
- Rychlé odstranění poruch obsluhou zařízení a kontrola kvality přímo na pracovišti. (12)

### **Přínosy metody JIT**

Mezi přínosy metody JIT lze zařadit jednoznačně snížení zásob, zvláště snížení mezioperačních zásob, které se omezí jen na bezpečnostní zásoby. Dále zajištění systémového toku informací v celém procesu výroby a dodávek dílů, založeného na sledování předem určeného stavu zásob, podporu plynulosti výroby při nárůstu sortimentu, zmenšení pracnosti plánování (tvorby plánu, kontroly), přehled o stavu výroby a zásob rozpracované výroby, úsporu přepravních nákladů a v neposlední řadě se jedná o jednoduchý, technicky nenáročný a flexibilní systém dílenského plánování, který je "otevřený" pro všechny pracovníky a výrobní týmy.

#### **2.3.3.2 MRP**

Původní systémy MRP (Material Requirements Planning) se prosazovaly jako racionalizační prvek systémy řízení zásob, které byly schopny určit bod objednávky a stanovit velikost dodávky. Od roku 1965 zaznamenaly rozšíření MRP systémy jako systémy pro zajištění přesné kontroly o plánování nákupu, ale ve vazbě na výrobu a odbytu. Impulsem pro výpočet potřeby kusů a materiálů podle kusovníků či norem spotřeby jsou jednotlivé výrobní zakázky. Na základě spotřeby poté dochází ke

stanovení potřeby materiálu. Systém je tak schopen zajistit časovou i kvantitativní vazbu mezi nákupem a odběrem.

Mezi základní vlastnosti MRP patří

- Orientace na produkt – funguje na bázi výpočtu, který vychází ze struktury výrobku dané všemi materiálovými položkami potřebnými pro daný výrobek
- Orientace na budoucnost – při plánování vychází ze základních dat v souborech a z očekávaných potřeb místo ze statistických dat z historie prodeje
- Respektování požadavků v čase – v úvahu jsou brány nejen kvantitativní požadavky na materiálové položky, ale i jejich průběžné doby objednání
- Respektování priorit (například potřeb zákazníků) – patrný dohled na potřeby zákazníků a požadavků výrobního plánu

### **Výhody MRP konceptu**

Výhody lze nalézt v oblasti využití výrobních kapacit. Pomáhají totiž přiblížit požadavky na výrobní zdroje, kladené plánem výroby, skutečnému výrobnímu zdroji, který je k dispozici. Hlavní výhodou je nízká úroveň rozpracované výroby a výrobních zásob, dobrá znalost jednotlivých materiálových potřeb, možnost generování různých řešení hlavního plánu výroby a umožňuje sledovat skladbu průběžné doby výrobků. (17)

### **Nevýhody MRP konceptu**

Problémy metody spočívají v zajištění pružné změnové služby v konstrukci, shrnutí veškerých potřeb či definování doby výroby vyráběné součásti, nákupu dílů atd. (17)

### **2.3.3.3 MRP II**

Ve srovnání s metodou JIT, jež vznikla v padesátých letech 20. století objevila se metoda MRP II jako reakce na zlepšení zaplňování výrobních zdrojů. Nejprve se jednalo o klasické MRP, ale později bylo rozšířeno o zpětnou vazbu. U nás k největšímu rozšíření systému MRP II došlo po roce 1990 a postupnou integrací s finančními SW aplikacemi vznikla integrovaná aplikace ERP. Univerzálnost této metody je v nasazení v kusové ale také sériové výrobě.

Hlavním přínosem MRP je plánování materiálových požadavků z hlediska skutečných potřeb. „MRP pomáhá řešit základní logistickou úlohu zajištění správného materiálu na správném místě ve správný čas.“ (13, str. 141)

**Pro správný chod MRP je nezbytné aby existoval:**

- Soubor všech položek s potřebnými základními údaji
- Kusovník pro každou vyráběnou položku
- Informace o stavu zásob, zakázkách a časového rozložení
- Hodnota průběžné doby nákupu nebo výroby a způsob stanovení velikosti dávky pro každou vyráběnou položku (13)

**K základním charakteristikám MRP patří:**

- Orientace na produkt
- Orientace na budoucnost
- Respektování požadavků v čase
- Respektování priorit (18)

**Nedostatky MRP II**

- Pevná velikost dávky
- Velikost odhadovaných časů nákupu položek
- Velikost času přechodu mezi pracovišti
- Školení pracovníků (18)

Rozšířením systému MRP o další funkce typu materiálového hospodářství, plánování denního množství, kontrolní systémy připravenosti materiálu a sledování kritických částí se získává systém MRP II. Toto rychlé propojení marketingu, finančního řízení a výroby umožňuje aplikaci ryze podnikatelského pohledu na produkci firmy. Těžištěm MRP II je také plánování materiálových požadavků. Činnost systému začíná integrací všech zakázek a celkové poptávky. V dalších fázích se vše postupně upřesňuje a přizpůsobuje důležitým požadavkům a okolnostem.

Paralelně s rozvojem řešení typu MRP II se rozvíjela i softwarová podpora úloh finančního řízení, zejména účetnictví. Spojením těchto dvou funkčních linií vznikla řešení označovaná jako ERP. Úspěšné řešení každého ERP projektu vyžaduje soulad ve strategii, cílech, postupu a dalších důležitých faktorech mezi zákazníkem a dodavatelem. Nároky jsou podobné jako při zavedení konceptu TQM, kde až spojení úsilí celé firmy umožní jeho faktické uskutečnění.

#### **2.3.3.4 TQM**

Metoda TQM směřuje ke zvyšování produktivity za současného zvyšování jakosti a snižování ztrát z nejakostní výroby a zvyšování spokojenosti zákazníků. TQM je tedy systematické a důsledné uplatňování několika metod v rámci podnikové struktury, jasně zaměřené na jakost a spokojenost zákazníků. Obecně jde o uspokojení zákaznických požadavků, a to co nejefektivněji. Zásadní podmínkou pro úspěch tohoto úsilí je aktivní účast všech zaměstnanců a to od recepce přes administrativu, výrobu, servis, obchod až ke generálnímu řediteli. (17). Koncept TQM se snaží docílit zvýšení kvality všech prvků. Ve srovnání s tím např. metoda TOC slouží jako periskop, který zaměřuje prvky, jejichž zlepšení přinese zvýšení kvality celého systému nebo jeho rozhodujících vlastností.

#### **2.3.3.3 TOC**

Třetí aplikovanou metodou v podnicích je TOC (teorie omezení). TOC patří mezi uváděnými metodami mezi nejmladší, ale současně nejdynamičtější se prosazující. Důvodem je rozšiřování aplikací typu SCM (Supply Chain Management) a APS, které využívají přístupy TOC označované jako OPT (Optimized Production Technology) a DBR (Drum Buffer Rope) a zaměřují se na optimalizaci a úzká místa.

Srovnání tří základních metod JIT, MRP II a TOC na základě uvedených principů ukazuje, že jestliže JIT je představitelem systému tah a metoda MRP II je označována jako tlačný systém, pak TOC je jejich kombinací, přičemž dělící rovinu mezi Pull a Push principem tvoří tzv. úzké místo, tj. kapacitní omezení systému. (13, str.150)

Principy metody TOC se rozšířily na poli softwarových řešení pod označením OPT (Optimized Production Technology). Metoda OPT se nesoustřeďuje jen na problémy

výroby, ale i na ostatní činnosti v podniku. Metodu TOC lze aplikovat na libovolný typ systémů, ať už se jedná o výrobní firmu, obchodní společnosti, banky či pojišťovny.

TOC je primárně orientovaná na úzká místa ve výrobních systémech. Představuje nový, netradiční způsob řešení problémů a způsob myšlení, který posiluje význam a úlohu zdravého rozumu. TOC v oblasti řízení výroby vychází z dat, potřebných též pro koncept MRP II, což je pouze částečně zřetelné u JIT a TQM. Protože TOC se zaměřuje na úzká místa, klesá do určité míry požadavek na přesnost dat, týkajících se ostatních prvků systému. Metoda TOC se snaží o maximalizaci průtoků úzkým místem.

TOC manažerům napomáhá ale i v takových oblastech jako jsou vizualizace a zlepšení procesů ve firmě, řešení problému komunikace či pomoc při hledání nových přístupů s jejich následnou realizací.

### **Hlavní principy TOC**

Přístup reprezentovaný metodou TOC je mnohdy srovnáván s dalšími metodami a principy používaných v současné praxi. Jedním z nich je Paterův princip, známý také jako pravidlo 80:20, které doporučuje soustředit se na 20% hlavních činností zajišťujících 80% efektů. Stejně jak o TOC nabízí tento princip řešení, jak se rozhodovat v podmínkách složitého systému podniku. Metoda TOC využívá systémový přístup a soustřeďuje se na hlavní vstupy a zejména na výstupy podniku z pohledu globální optimalizace. Nesoustřeďuje se jen na funkci jednotlivých částí ale nato jak funguje celek. Jednotlivé části se musí podřítit sjednocujícímu cíli, který si daný systém určil.(13)

#### **Přístup TOC předpokládá že:**

- „Každý systém má cíl kterého chce dosáhnout
- Je stanoven způsob měření dosažení tohoto cíle
- Úsilí systému dosáhnout tohoto cíle je limitován jedním z hlavním omezením
- Systém jako celek je tak více než pouhý součet jeho částí.“ (13, str.228)

#### **TOC navrhuje pětibodový postup pro trvalé zlepšování:**

1. „Identifikace úzkého místa
2. Maximální využití tohoto úzkého místa
3. podřízení dalších částí podniku tomuto úzkému místu

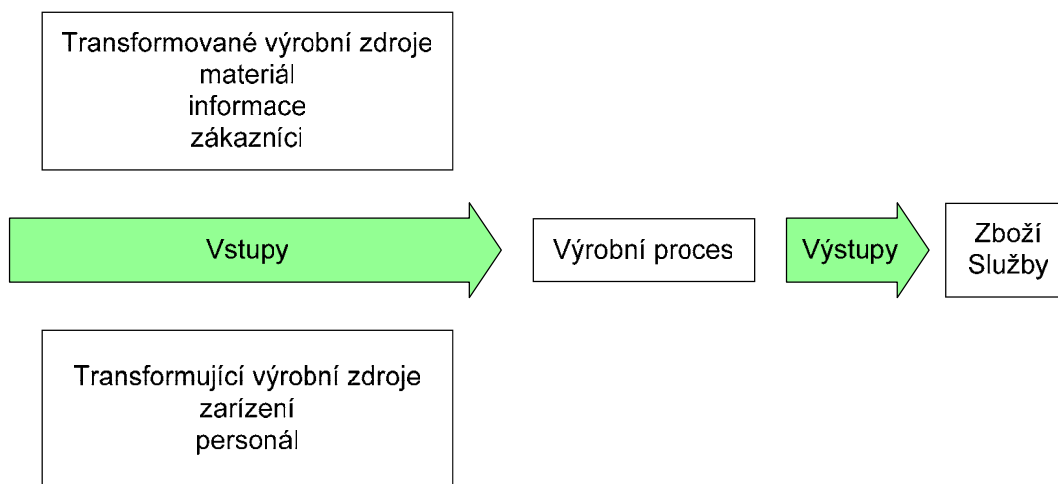
4. rozšíření tohoto úzkého místa
5. návrat do bodu jedna, aby docházelo k trvalému zlepšování“ (13, str. 228)

Cesty, kterými je možné dosáhnout dlouhodobého rozvoje mohou být různé, vždy však ale platí, že je zapotřebí eliminovat špatná rozhodnutí.

Jednou z cest jak tato špatná rozhodnutí eliminovat je využití simulace, která nám může na spoustu otázek odpovědět. Problematika simulace a manažerského rozhodování bude probrána v následujících kapitolách této diplomové práce.

## 2.4 Výroba

Výroba slouží v rámci podniku obecně k vytváření materiálních i nemateriálních statků, které odpovídají tržní poptávce. Produkce zboží je spojena s konkrétním výstupem (Output). Tento výstup vzniká tím, že vstupní faktory (Input), především materiál (pod pojmem materiál rozumíme obnovující se vstupy materiálního charakteru, tedy suroviny, polotovary, hotové výrobky, apod.) se podrobí transformačnímu procesu. Má-li tento transformační neboli výrobní proces přispět k žádoucí přeměně materiálu v konečný produkt, vyžaduje ke své realizaci lidské výkony – pracovní síly – a podnikové prostředky (stroje, nástroje, počítače, apod.). Princip je zobrazen na obr. 3

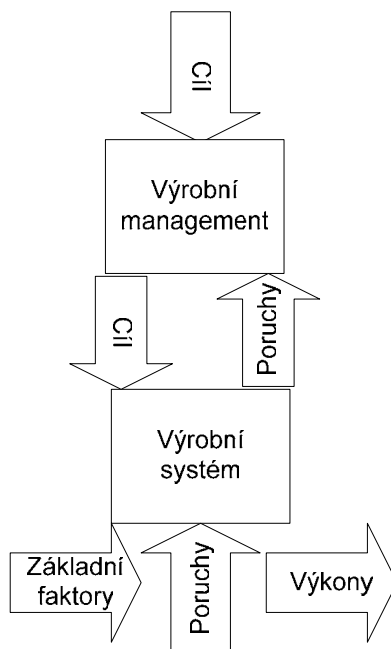


Obr.3 Transformované a transformující výrobní zdroje (1, str.8)

Řízení výroby (výrobní proces) nelze pouze chápat jako fyzický produkční systém, ale jako systém pojmů a nástrojů výrobního managementu, který např. zahrnuje denní řízení výroby (množství, termíny), zavádění nových technologií a produktů, spolupráci s

vývojovými pracovišti společnosti ve světě, zajištění kvality výrobků, bezpečnosti, řízení nákladů apod.

Dále zajišťuje zpětnou vazbu z fyzického výrobního procesu, což je možno označit jako řídicí kruh. Vztah managementu výroby a výrobního procesu je znázorněn na obr.4.



Obr.4 Vztah managementu výroby a výrobního procesu (19, str. 17)

V rámci realizace výroby nejde pouze o řízení vnitropodnikového pohybu materiálu a zboží, ale také o řízení pohybu materiálu výrobků od dodavatelů na jednotlivá pracoviště a pohybu majetku z výroby ke konečnému zákazníkovi. Všechny tyto úkoly řeší rozsáhlý vědní obor Řízení výroby a logistiky.

Logistika je považována za integrované plánování, formování, provádění a kontrolování hmotných a s nimi spojených informačních toků od dodavatele do podniku, uvnitř podniku a od podniku k odběrateli.

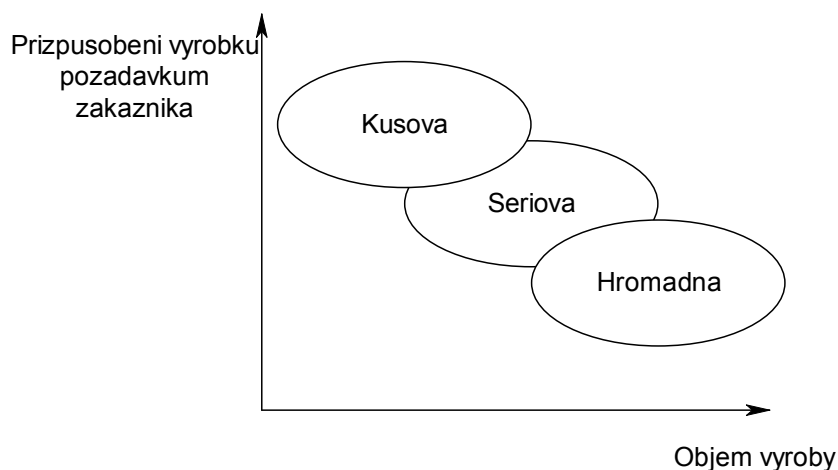
„Cílem každé logistické činnosti je optimalizace logistických výkonů s jejími komponentami, logistickými službami a logistickými náklady. Definiční součástí logistiky je její zaměření na požadavky trhu. Z těchto důvodů představují logistické výkony vždy marketingové nástroje a jako takové je i posuzovat.“(19,str.16)

Řešení problematiky logistiky má těsné spojení s managementem výroby právě v oblasti operativního řízení výroby, kde se jedná o bezprostřední vazbu na hmotný tok, ale také existují spojení v oblasti nákupu a odbytu.

#### 2.4.1 Typy výroby

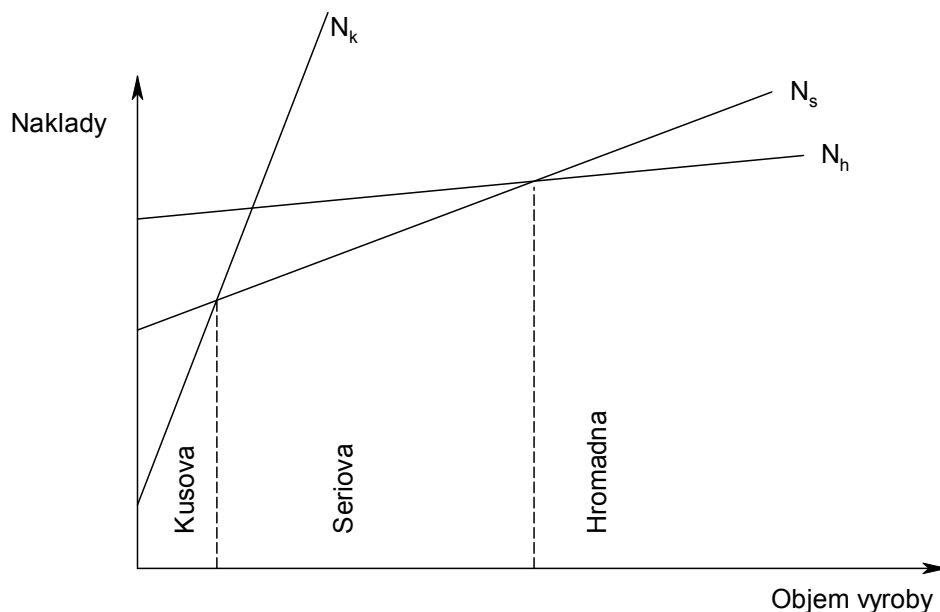
Na způsob organizování výroby má zásadní vliv rozsah jejího výstupu. Ve světě se rozeznávají tyto druhy výrob:

- 1) Projekt – příkladem může být vývoj nového výrobku, instalace pružné výrobní linky, přestěhování výrobního zařízení z jedné haly do druhé atd.
- 2) Kusová výroba – produkuje určitý typ různých výrobků v malém množství. Kusová výroba je většinou spojena s technologickým uspořádáním výrobního procesu (př. Výroba letadel)
- 3) Sériová výroba – se týká produkce jednoho, nebo několika podobných výrobků/služeb. Pokročilý stupeň standardizace umožňuje dosáhnout značného stupně efektivnosti.
- 4) Hromadná výroba – Široký aplikace unifikace umožňuje dosáhnout nejvyššího stupně efektivnosti. Hromadná výroba je charakterizována předmětným uspořádáním výrobního procesu ( př. Montážní robotizovaná pracoviště)



Obr.5 Struktura nákladů v závislosti na objemu kusové, sériové a hromadné výroby (1, str.10)





Obr.6 Možnost přizpůsobení výrobku individuálním požadavkům zákazníka v jednotlivých typech výroby (1, str.10)

#### 2.4.2 Uspořádání výrobního procesu

Rozhodnutí výrobních procesů jsou velmi významná, riziková a obávaná ze tří zásadních důvodů :

1. Mohou vyvolat podstatné investice a značné tvůrčí úsilí rozhodovatelů.
2. Vyžadují smysl pro strategii, představivost, odvahu a podporu mnoha lidí.
3. Mají velký vliv na náklady a efektivnost, které v záběhovém období narostou.

Mezi **základní typy uspořádání** výroby patří:

##### 2.4.2.1 Předmětné uspořádání (*product layout*)

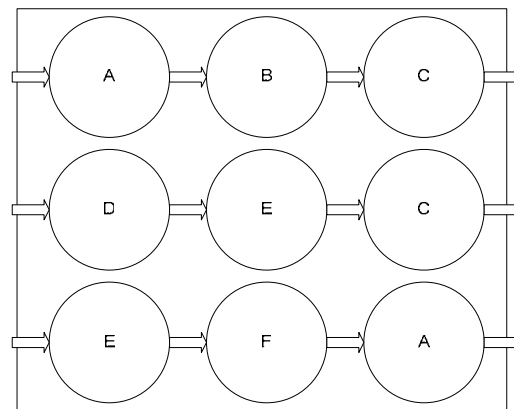
Pracoviště jsou uspořádány podle technologických postupů tak, aby mezioperační přeprava výrobků byla minimální a co nejvíce plynulá. Ekonomickým výsledkem jsou nízké výrobní náklady a vysoká konkurenceschopnost, avšak za předpokladu zajištěného odbytu. (4)

**Výhody:**

- „Umožňuje velmi efektivní výrobu
- Díky nízkým kusovým výrobním nákladům dokáže generovat peníze na investice do technického rozvoje
- Šetří náklady na školení lidí při vysoké kvalitě práce
- Přináší nízké materiálové náklady výrobku. Řízení toku materiálu je plynulé.“ (4, str.147)

**Nevýhody:**

- „Systému může chybět pružnost při změnách výroby
- Systém má tendence se hroutit při poruchách, nebo absenci materiálu i lidí
- Jednotvárnost práce může vést k otupělosti.“ (4, str.147)



Obr.7 Předmětné uspořádání výrobního procesu (1, str.21)

**2.4.2.2 Technologické uspořádání (Process layout)**

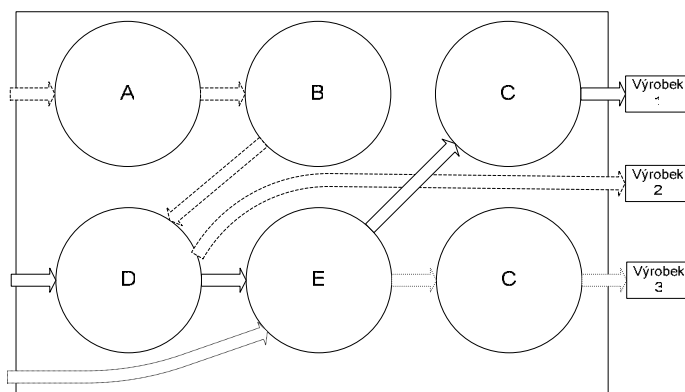
Oproti předmětnému uspořádání lépe zvládá různost výrobních požadavků. Výrobní tok prochází oddělenými pracovišti, v nichž jsou realizovány podobné druhy činností. Cesta výrobku není neměnná a vyžaduje transportní vozíky přepravující dávku výrobků

**Výhody:**

- Umožňuje uspokojit širokou škálu výrobních požadavků
- Není tak choulostivý na výpadky výroby z titulu poruch zařízení
- Zařízení je univerzálnější, flexibilnější a méně nákladné na pořízení i údržbu

**Nevýhody:**

- Podporuje pravděpodobnost růstu nákladů na rozpracovanou výrobu a zásoby
- Průměrný stupeň využití výrobního zařízení a lidí je nižší
- Nároky na schopnost okamžitých improvizací a tím i rozvrhování výroby
- Vyžaduje větší nároky na řízení lidí



Obr.8 Technologické uspořádání výrobního procesu (1, str. 23)

**2.4.2.3 Pevné uspořádání (Fixed position layout)**

Toto uspořádání se používá zejména při zavedení a řízení nových inovací ve výrobě. Transformující výrobní zdroje (zařízení, pracovníci apod.) jsou dle potřeby přesouvány do místa výroby, transformované výrobní zdroje (materiál, rozpracovaný výrobek) se v průběhu zpracování nepohybují.

**Výhody:**

- Vysoká výrobní flexibilita
- Odpadá manipulace s výrobkem

**Nevýhody:**

- Vysoké jednotlivé náklady
- Plánování operací může být obtížné

#### **2.4.2.4 Kombinované uspořádání**

Uvedené uspořádání se v celosvětové praxi vyskytuje v nejrůznějších kombinacích. Vznikají na základě podmínek trhu a konkrétních provozů (např. supermarkety, dopravní podniky, ..)

#### **2.4.2.5 Buňková výroba (Cellular manufacturing)**

Pracoviště jsou uspořádána do skupiny /buněk) tak, aby určité části výrobního procesu mohly být uskutečněny na jednom místě (v buňce) bez přemísťování výrobku mezi jednotlivými operacemi

##### **Výhody**

- Rychlý průchod
- Dobré podmínky pro personál

##### **Nevýhody**

- Při změnách může být velmi nákladné
- Potřeba většího prostoru

#### **2.4.2.6 Skupinová technologie (Group technology)**

Tato technologie podporuje buňkové uspořádání strojů a je založena na typizaci (třídění) výrobních položek podobné konstrukce a podobných výrobních požadavků.

#### **2.4.2.7 Pružné výrobní systémy (Flexible manufacturing systémy)**

Jedné se vlastně o automatizované výrobní buňky. Počítač řídí pohyb výrobku i začátek práce každého stroje. Pořizovací náklady jsou ale velmi vysoké v porovnání s cenou lidské práce. Při dobrém řízení umožňují tyto systémy dosáhnout ekonomických výhod předmětného uspořádání.

Moderní přístupy dneška fungují jako obrovské dopravníky. Na začátku dopravníku jsou požadavky zákazníků a končí dodávkou hotových výrobků. Výhodou je integrovaná kontrola kvality, rychlost seřízení a údržba. Zaměřit pozornost hlavně na produktivitu přináší velké výhody. Zvýrazní se veškeré ztráty a pomůže se i zlepšování kvality tím, že je třeba problémy při jejich výskytu ihned identifikovat a řešit.

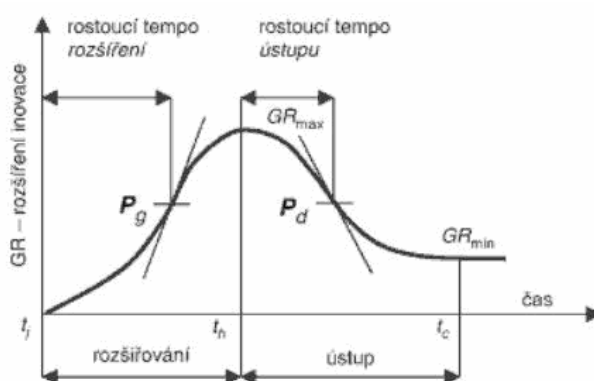
V dnešní době by úspěšnost řízení výrobního systému měla být především postavena na jasně definovaných výrobních cílech s vlastnostmi pružných a produktivních sekvencí,

vytvářejících plynulý tok materiálu, které jsou přímo regulovány poptávkou a její velikostí. Pouze takto lze totiž dosáhnout skutečného stupně produktivity. Moderní výrobní systém by měl také produkovat pouze ty položky, které následující proces vyžaduje a to až ve chvíli, kdy jsou skutečně zapotřebí.

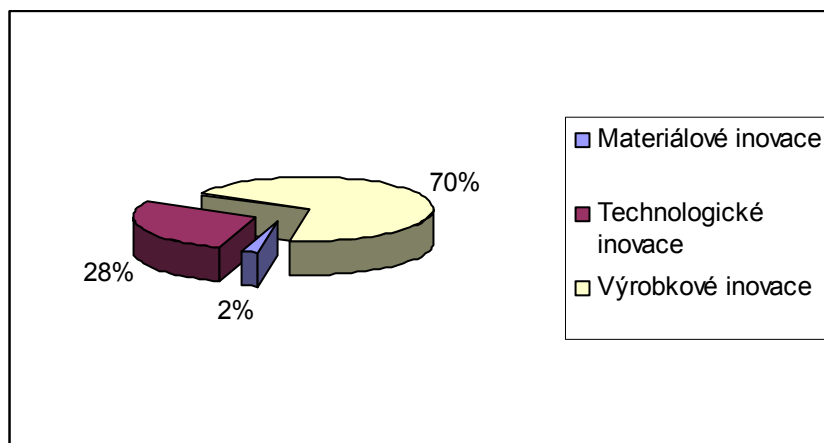
Hodně času, úsilí a také finančních prostředků v klasických systémech založených na tlaku (zboží se vyrobí, skladuje a teprve potom se hledá uplatnění někde na trhu) nevyhnutelně přichází nazmar. Ztrácí se tvořivost. Inovace výrobních manažerů by měli směřovat k získání vysoké pružnosti, rychlé sebeobnově a hladkého toku produkce. Každodenní práci manažerů by tedy měli být hledání zdrojů výrobních inovací. (4)

### 2.4.3 Inovace

„V oblasti výrobního managementu inovační procesy tvoří základ technického rozvoje jako nepřetržitého procesu vznikání, rozšiřování a zastarávání technických prostředků. Inovace jsou bezprostřední strůjci konkurenceschopné výroby (úspěchu firmy) a existence různých **druhů inovací** jsou zobrazeny na Obr. 10. Vlivem rostoucí úrovně vědy a techniky je nutné aby také výrobní systém byl značně flexibilní, musí se neustále a vytrvale zdokonalovat – inovovat.“ (4, str.118). Životní cyklus inovace je zobrazen na Obr.9



Obr.9 Životní cyklus inovace (4, str.158)



Obr.10 Základní druhy inovací (4, str.187)

#### 2.4.4 Řízení zásob

„Pokud hovoříme o úspěšném zvládnutí managementu výrobních a provozních činností, tak je také nutné věnovat pozornost problematice řízení zásob<sup>2</sup>. Zásoby reprezentují velké množství špatně uložených peněz a mají neblahý vliv na hladký provoz firmy.“ (4, str.187)

#### 2.4.5 Výrobní dávky

Jedním z důležitých rozhodování, která mohou významně ovlivnit průběh výrobního procesu, tak jeho efektivnost a náklady, je rozhodování o velikosti výrobních dávek. V praxi se využívá mnoho metod pro určení velikosti výrobní dávky. Dobrým východiskem pro řešení tohoto problému se jeví uplatnění principu diferencovaného řízení na základě klasifikace ABC, která z důvodu rozsáhlosti nebude rozebírána. Jako příklad bude uvedena následující metoda:

##### 2.4.5.1 Nákladová optimalizace velikosti výrobní dávky

Nákladová optimalizace je založena na hledání minima matematicky formulované nákladové funkce, při němž je součet ovlivnitelných nákladových položek minimální.

<sup>2</sup> Zásoba je určité množství výrobků, pro které dosud není konkrétní zákazník a které někde leží a čeká

Wilsonův vzorec pro stanovení optimální výrobní dávky: (1, str.86)

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot N_{seř} \cdot s}{N_{skl}}}$$

$Q_{opt}$  optimální velikost výrobní dávky v kusech

$N_{seř}$  náklady přípravy a zakončení výrobní dávky

$N_{skl}$  náklady na udržování jednotky zásob za jednotku času, které jsou udány jednak  
přímými variabilními náklady na výrobu součásti (materiál, energie, atd.), jednak  
skladovacími náklady

s spotřeba v kusech za jednotku času (měsíc, rok atd.)

„Menší výrobní dávka rovněž snižuje zásoby výrobků na skladě a radikální snížení velikosti výrobních dávek snižuje náklady řízení jakosti.“ (4, str.153)

#### **2.4.6 Výroba řízena počítačem**

Řízení výroby se již v dnešní době bez promyšleného využívání informačních technologií neobejde. Úlohy plánování výroby, její optimalizace, sledování skutečného průběhu a integrace se souvisejícími subsystemy jsou natolik složité, že bez počítačové podpory si již efektivní řešení nelze představit. Tato potřeba vyvolává poptávku na požadovaný software pro řízení výroby. Výběr informačního systému řízení výroby by měl odpovídat přijaté obchodní a na ní navazující výrobní strategii firmy. (4, str.202)

„Informační technologie musí v rámci celé organizace sloužit tak, aby bylo dosaženo naplnění vytyčených strategických cílů a maximální efektivnosti celého systému, zejména dokonalým využitím synergických efektů z aplikací informačních technologií plynoucích.“ (1, str.93)

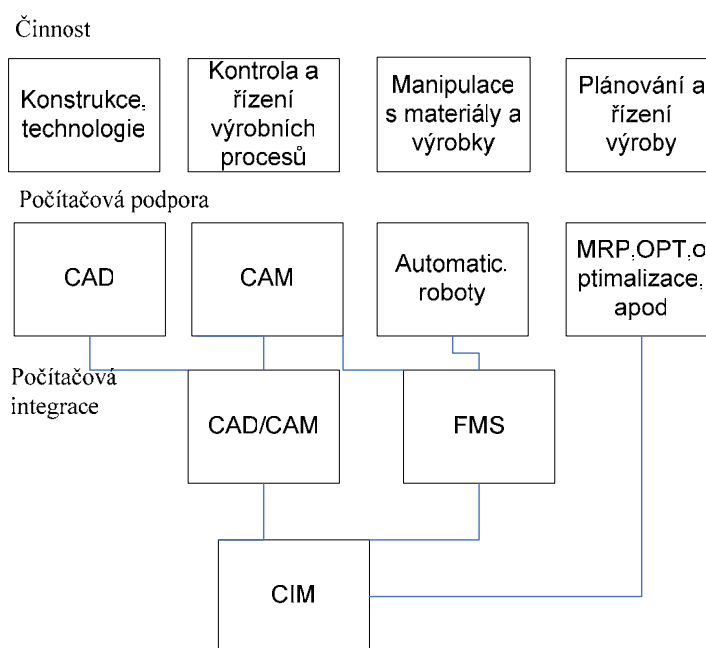
##### **2.4.6.1 Počítači integrované řízení výroby - CIM**

Kvalitním stupněm integrace řízení výroby a souvisejících oblastí pomoc informačních technologií jsou systémy počítačově integrované výroby-CIM.

Tato integrace zahrnuje v zásadě tři aspekty:

1. Funkční (např. konstruování CAD/CAM)
2. Hardwarový (Počítače, roboty, NC stroje)
3. Datový (využívání jednotné databáze, společné pro řízení výroby i pro související oblasti, např. konstrukci a technologii)

Vývoj řízení výroby v důsledku aplikaci nových informačních technologií je zobrazen na Obr.11. Základ tvoří systémy CAD, pružné výrobní systémy (FMS) a počítačové systémy plánování a řízení výroby. Integrace těchto komponent je dosahováno společným databázovým systémem. Předpokládá se, že další vývoj se bude ubírat směrem k CIE (Computer Integrated Enterprise), rozlišením počítačové integrace CIM na další oblasti, zejména pak na informace o dodavatelích a odběratelích.



Obr.11 Začlenění integrovaného řízení výroby pomocí PC – CIM (4, str. 138)

Jednodušší problémy podnikových procesů (jako např. modely řízení zásob, obsluhy,...), které lze najít v učebnicích operačního výzkumu, umožňují analyzovat podnikové procesy pomocí matematických metod a nabízejí přesná analytická řešení. Reálné podnikové procesy se však nacházejí v prostředí složitých systémů, které



obsahují mnoho provázaných prvků s pravděpodobnostními a dynamickými charakteristikami. Doba jednoduchých, analyticky řešitelných modelů podnikových procesů je nenávratně pryč, neboť jsou pro reálné aplikace nedostačující. Moderní alternativou je možnost využití počítačové simulace.

## **2.5 Modelování a simulace**

Existuje několik důvodů proč zavádět modelování a simulaci do výrobního podniku. Mezi hlavní z nich patří možnost modelovat ještě neexistující výrobu nebo u již stávající výroby hledat příčiny vyskytujících se problémů. Takto lze celkem snadno získat přehled o úzkých místech ve výrobních procesech, vytížení jednotlivých strojů i personálu apod. (15)

### **2.5.1 Simulace**

„Termín simulovat znamená napodobovat nebo imitovat, zatímco termín modelování se vztahuje k napodobeninám objektů reprezentujícím nějaké existující objekty. Simulace je napodobováním činností systému v průběhu času. Vývoj chování systému může být zkoumán pomocí simulačního modelu. Vzhledem k tomu, že napodobování a modelování jako jednu z metod poznávání, je možno vypořádat již v počátcích civilizace, je historie simulace a modelování velmi stará. Člověk se snažil popsat věci a jevy, které se nacházely v jeho okolí pomocí nejrůznějších metod. Mezi základní prostředky patřil verbální opis, grafické vyjádření, matematická symbolika a fyzikálně a technicky realizované modely. Tyto modely představovaly podstatné vlastnosti reálných systémů – objektů, které byly předmětem zájmu člověka.“ (15, str. 130).

Modelové představy a vztahy jsou často získány analýzou reálného systému, jehož cílem je vytvoření počítačového modelu. Hranice mezi modelovaným systémem a jeho počítačovým modelem se do jisté míry prolínají. Některé modely věrně reprezentující reálný systém se často používají ve funkci modelového systému, např.: letecké simulátory, apod.

Důležitým požadavkem kladeným na model je možnost experimentování s modelem v reálném čase. Pomocí experimentu se zkoumají vlastnosti modelu a jeho interakce s okolím.

Proces experimentování s modelem se nazývá simulace. Pomocí simulačních experimentů je možné hledat alternativy a vhodné parametry projektovaného zařízení, případně poopravit či doplnit poznatky o zkoumaném systému.

V modelování a simulaci je systém složen z prvků, pokud známe jejich chování, je možné lépe porozumět tomu, co se děje v celém systému. Prvky systému mohou odpovídat komponentům, které na věci poznáváme:

- fyzicky – prostorové složky daného prvku,
- logicky – schopnosti dané věci či její složek.

Prvky, které jsou v dynamickém systému v průběhu jeho celé existence, se nazývají permanentní prvky nebo aktivity. Ve skutečnosti tyto prvky nevznikají, ale do systému přicházejí z okolí a nezanikají, ale systém opouštějí.

Prvky systému mají své vlastnosti – atributy, které přiřazují prvkům nějaké hodnoty. Vlastnosti prvků v dynamickém systému se mohou v čase měnit. Podle formátu hodnoty je možné atributy rozdělit do následujících skupin

- Reálný (aritmetický) – nabývá reálná čísla, aritmetické hodnoty.
- Booleovský – nabývá booleovské hodnoty „ano“ a „ne“ (funkčnost stroje ve výrobním systému „schopen pracovat“, „rozbitý“).
- Textový – nabývá textové hodnoty (jméno zákazníka banky)

### **2.5.2 Model**

Model je složitá struktura, která váže dva systémy, jejich prvky a atributy a v případě simulačních modelů i existence obou systémů.

Podle charakteru procesu se modely dělí na:

- deterministické – v modelu nejsou zahrnuty náhodné veličiny
  - stochastické – zkoumaný problém nebo metoda řešení mají náhodný charakter.
- (20)

Podle způsobu zachycení časového faktoru v modelu dělíme modely na:

- modely se spojitými změnami stavu (spojité modely) – hodnoty jeho atributu se mění v čase,

- modely s diskrétními změnami stavu (diskrétní modely) – změny v čase v něm nejsou spojité,
- modely kombinované (diskrétní – spojité) – v případě, že model má vlastnosti typické pro oba předchozí modely. (20)

### **2.5.2.1 Spojité modely**

Systém můžeme nazvat systémem se spojitým chováním v případě, že všechny jeho prvky se chovají spojitě. (Sytém je spojitý pokud se hodnoty jeho atributů mění v čase pouze spojitě.) Původní stav modelu se mění v nový vždy spojitě bez ohledu na to, čím byla změna vyvolána.

### **2.5.2.2 Diskrétní modely**

Diskrétní modely jsou charakteristické tím, že všechny stavové proměnné nabývají pouze diskrétních hodnot a v průběhu času se mění skokem. Nejčastějším příkladem diskrétních modelů jsou aplikace teorie hromadné obsluhy.

Hlavním cílem studia těchto systémů je testování jejich chování a určení „kapacity“ systému, tj. kolik prvků projde systémem v dané časové periodě, jako funkce struktury systému.

### **2.5.3 Počítačové modelování**

Počítačovému modelování sociálních a ekonomických systému je jen něco kolem 30 let. Za tuto dobu byly tyto modely použity v širokém spektru řešené problematiky a v dnešní době je počítačové modelování významným oborem, který přináší stamiliónové úspory a zisky. S rostoucím pokrokem vědy a techniky, kdy se počítače staly rychlejší a dostupnější se také stalo dostupnějším řešení problémů pomocí počítačových modelů.

„Schopnost porozumět a využívat počítačové modely se stává nezbytností, protože mnoho lidí posuzuje modely jako černé skříňky, zařízení, která fungují zcela nepochopitelným způsobem. Protože lidé tak málo modelům rozumí, tak jsou znevažovány - ať už nešťastnou náhodou, nebo záměrně. Cílem této kapitoly je

nahlédnout do černé skříňky a seznámení s hlavními modelovacími technikami.“  
(20, str. 25)

### ***2.5.3.1 Mentální a počítačové modely***

Naše rozhodování a činy nejsou založeny přímo na reálném světě, ale na našich mentálních obrazech okolního světa a mají řadu výhod. Jsou flexibilní, adaptovatelná a okamžitě modifikovatelná s příchodem nové informace. Mezi nevýhody lze zařadit interpretaci vlastních mentálních modelů a tedy špatné pochopení našich modelů ostatními - vznik rozporů. (20)

Rozhodnutí nejsou vytvářena pouze na základě racionálních cílů, možností a důsledků, ale také rozhodnutí jsou omezovány schopností jednotlivce komplexně posoudit důsledky rozhodnutí v omezeném čase a při špatné dostupnosti informací. Výsledkem se potom stává mnoho nesprávných rozhodnutí, hledání nejvhodnějšího je zkrátka příliš komplikované a přesahuje schopnosti jedince.

Počítačové modely nabízejí víc než mentální modely a to z těchto důvodů:

- Jsou explicitní, jejich předpoklady jsou přístupné uživatelům
- Bezchybně zpracovávají logické důsledky
- Jsou srozumitelné a schopné zahrnout mnoho faktorů najednou (20)

Ve skutečnosti ale běžné počítačové modely nabízejí méně

- Jsou často špatně dokumentovány, že není možné zkoumat předpoklady, na nichž jsou založeny
- Jsou tak komplikované, že uživatel není přesvědčen o jejich úplnosti
- Nejsou schopny si poradit s obtížnými vztahy a faktory, nebo nepostihují ty části systému pro něž neexistují číselná data, nebo jsou konstruovány osobou, která o modelovaném problému nic neví.

Kvůli těmto nebezpečím by měl být model zkoumán jeho budoucím uživatelem a této problematice je věnovaná další kapitola.

Model musí mít jasný účel a tím účelem má být řešení určitého problému. Aby model mohl být použitelný, tak musí být zaměřen na specifický problém a musí jej zjednodušovat-musí se ze systému vybrat to podstatné

#### ***2.5.3.2 Simulační a optimalizační modely***

Výstupem optimalizačního modelu jsou údaje o nejlepším způsobu, kterým lze dosáhnout určitého cíle a vstupem do modelu je cíl, jehož má být dosaženo, výběr, který má být uskutečněn a meze, které nesmí být překročeny.

#### **Omezení optimalizačních modelů:**

- „Problémy při specifikaci cílové funkce
- Nereálná linearizace (Linearita je z matematického hlediska žádoucí, ale v reálném světě je téměř vždy nevhodná)
- Absence zpětné vazby (Ignorování zpětné vazby dává vzniknout politikám, generujícím nečekané vedlejší efekty, nebo jsou neúčinné, zpožděné či překonané samotným systémem.
- Absence dynamiky (V reálném světě jsou zpoždění všudypřítomná. Zpoždění objevená v komplexních systémech jsou zvláště nebezpečná, neboť jsou hlavním zdrojem nestability systému.“(20, str. 8)

#### ***2.5.3.3 Použití optimalizace***

Vstupem do optimalizačního modelu je cíl, jehož má být dosaženo, výběr, který má být uskutečněn a meze, které nesmí být překročeny. Výstupem optimalizačního modelu jsou údaje o nejlepším způsobu, kterým lze dosáhnout určitého cíle.

Optimalizační metody se většinou skládají ze 3 částí:

- Cílová funkce specifikuje cíl nebo záměr.
- Rozhodovací proměnné jsou možnosti, mezi kterými je možné vybírat.
- Meze omezují výběr přijatelných rozhodovacích proměnných. (20)

#### 2.5.3.4 Omezení optimalizace

Mezi omezení optimalizace lze zařadit:

- těžkosti při specifikaci cílové funkce a její dosažení - Je důležité, aby potenciální uživatelé při zkoumání modelu měli neustále na mysli otázku hodnot a účelu. Mělo by být neustále zjišťováno, jaké hodnoty zahrnuje cílová funkce.
- nereálná linearizace - Aby bylo možné problém vůbec modelovat, používá modelář často řadu zjednodušení reality. Mezi jinými i to, že vztahy mezi prvky systému linearizuje což je z matematického hlediska žádoucí, ale v reálném světě je téměř vždy nevhodná a v případě špatné linearizace vede velmi často k nesmyslným závěrům. (20)
- absence zpětné vazby - Komplexní systémy jsou v reálném světě značně propojené, mají mezi jednotlivými prvky mnoho zpětných vazeb. Modely, které ignorují zpětnou vazbu spoléhají na exogenní proměnné. Exogenní proměnné jsou ty, které ovlivňují ostatní proměnné v modelu, ale nejsou modelem vypočítávány. Jsou prostě vyjádřeny číselnými hodnotami neměnicími se v důsledku působení zpětné vazby. Oproti tomu endogenní proměnné jsou počítány samotným modelem. Jsou dány strukturou modelu, jsou těmi proměnnými, pro něž má modelář explicitní vysvětlení, a které reagují na zpětnou vazbu.  
Ignorování zpětné vazby dává vzniknout politikám, generujícím nečekané vedlejší efekty, nebo jsou neúčinné, zpožděné či překonané samotným systémem.  
Potenciální uživatel by si na to při zkoumání modelu měl dát dobrý pozor. Měl by se neustále ptát, jaké zpětné vazby a jaké prvky v modelu chybí a jak to může negativně ovlivnit pozdější chování modelu a tím i znehodnotit rozhodnutí na něm založená. (20)
- absence dynamiky - Mnoho optimalizačních modelů je statických. Určují optimální řešení v daném okamžiku bez ohledu na to, jak má být optimálního stavu dosaženo nebo jak se bude systém chovat v budoucnosti. (20)

#### **2.5.3.5 Použití optimalizace**

Optimalizace významně zlepšila kvalitu rozhodování v mnoha oblastech, zahrnujících počítačový design, letové řády, řízení výroby, zpracování ropy apod. Kdekoli se vyskytne problém výběru mezi několika velmi dobře popsányými možnostmi, je použití optimalizace namístě. (20)

#### **2.5.3.6 Využití simulace procesů**

V odvětví, kde je pro zajištění úspěchu na trhu nutné rychle provádět mnoho složitých změn, je vysoké riziko enormních ztrát vyplývajících z chyb při realizaci těchto změn. Jak lze provádět změny a mít přitom jistotu, že povedou k zamýšleným výsledkům, a to již předtím, než je provedeme? Pro mnoho nejúspěšnějších světových výrobců a dodavatelů je odpovědí využití simulačních nástrojů. Simulační program napomáhá organizacím předikovat důsledky prováděných změn. Tím, že lze změny vyhodnotit ještě předtím, než jsou realizovány, dochází k výraznému snížení tohoto rizika. (20)

Uživatelé simulačních programů dosahují například následující kvantifikovatelné přínosy:

- „Zkrácení průběžných časů výrobků a časů dodávek materiálů
- Zvýšení produktivity pomocí odstraňování úzkých míst a eliminace výpadků výroby způsobených nedostatkem materiálu
- Zvýšení výrobních kapacit pomocí zvýšení využití všech zdrojů
- Snížení provozních nákladů a kapitálových investic.“ (10, str.8)

„Simulace ovšem přináší i další, neměřitelné výhody – zvýšení důvěry v navrhovaná řešení, snížení rizika při rozhodování, lepší komunikace v rámci pracovních týmů vedoucí k rychlejší akceptaci navrhovaných změn a podobně.“ (10, str.8)

#### **2.5.4 Simulace výroby**

Latinské slovo simulare znamená „imitovat“ nebo „napodobovat“. Účelem simulačního modelu je napodobení chování reálného systému, aby mohlo být

zkoumáno. Vytvořením obrazu systému může modelář provádět experimenty, jež jsou v reálném světě nemožné, příliš rychlé nebo naopak pomalé, neetické nebo neúnosně drahé. (12)

#### **2.5.4.1 Vznik simulace (simulace výroby)**

„Simulace vznikla z metody Monte Carlo od které se později odpojila jako samostatná vědní disciplína. Metodou Monte Carlo rozumíme numerické řešení<sup>1</sup> pravděpodobnostních i deterministických úloh pomocí statistického experimentu. Při této metodě je pro experimentování sestrojena pravděpodobnostní úloha, která má shodné řešení s původní úlohou. Řešení získané metodou Monte Carlo má samozřejmě pravděpodobnostní charakter, jde o statistický odhad, jehož přesnost roste s počtem kusů. Simulace a metoda Monte Carlo nejsou svým původem ekonomické disciplíny. Jedná se o obecné metody, které se využívají ve fyzice, chemii, biologii, strojírenství, vojenství a dalších disciplínách včetně podnikového managementu.“ (8, str.8)

„Simulační řešení není sice přesné, což vyplývá z pravděpodobnostního chování systémů, je však dostatečně spolehlivé pro manažerské rozhodování v nejistotě reálného světa.“ (8, str.1)

Značnou výhodou simulace je fakt, že se vše děje v počítačovém modelu bez jakéhokoliv zásahu do reálného systému. Díky simulaci lze ověřit různé změny v systému a ověřit jejich dopad a vybrat takové řešení, které je nejvýhodnější. Riziko, že bude chybné rozhodnutí je díky simulačnímu modelování sníženo na minimum, protože chyba objevená v simulačním systému je vždy levnější než chyba, které se odhalí až při realizaci konkrétního, předem nezkoumaného návrhu řešení.

#### **2.5.4.2 Aplikace simulace**

Simulace slouží nejen k řešení teoretických problémů vědy a výzkumu ale také k řešení praktických problémů z podnikové praxe. Počítačová simulace je jedna z mnoha metod využitelných pro řešení konkrétních úloh, a u složitých systémů obvykle metoda jediná možná. (12)

---

<sup>1</sup> Numerické metody poskytují výsledky čistě v numerické podobě, takže pro nepatrně pozměněný model (změna hodnoty jednoho z parametrů) je potřeba postup řešení opakovat. Velký „boom“ numerických metod nastal až s rozvojem využití výpočetní techniky.



### **Simulace může být využita pro:**

- a) Analýzu dynamického chování složitého reálného, nebo projektovaného podnikového systému za pomoci počítačového modelu.
- b) Analýzu citlivosti získaného řešení na změnu různých parametrů modelu.
- c) Srovnání výkonnosti různých variant a kritérií pro optimalizaci výroby
- d) Nahrazení experimentu s podnikovým systémem, který nelze uskutečnit v praxi, experimentem na počítači (12)

#### **2.5.4.3 Simulační projekty**

„Cílem simulačních projektů je zlepšení podnikových procesů (vyšší produktivita, nižší náklady, apod.) procházejí určitými i když ne pevnými fázemi svého vývoje. Přeskočení, nebo podcenění některé fáze vývoje může ušetřit čas a peníze, častějším důsledkem ale bude celkové zdražení projektu. Existuje řada různých dělení projektů na fáze, etapy či kroky ale vesměs jde o obsahově podobná schémata.“ (8, str.10)

#### **FÁZE 1 Rozpoznání problému a stanovení cílů**

Správná formulace problému je pro úspěšnost projektu zásadním cílem. Je běžné, že ani dobří manažeři nejsou ihned schopni formulovat v čem spočívá příčina problému. V této fázi je klíčová schůzka klienta s řešitelským týmem na které by mělo dojít:

- a) Ke shodě ve vymezení problému a stanovení cílů (nedostatečné kapacity, zlepšení procesu (v rozmezí 10 až 15% je již dostatečné k řešení simulace)
- b) Jakým způsobem bude problém řešen a zda li je simulace vhodným řešením
- c) O dohodě kdo bude za projekt zodpovědný a jak bude probíhat komunikace mezi klientem a řešitelským týmem (8)

#### **FÁZE 2 Vytvoření konceptuálního modelu**

Před začátkem tvorby počítačového modelu je potřeba si udělat určitou základní představu o modelovaném systému. Vstupní data jsou:

- Jaký podnik se simuluje a jeho zákazníci
- Určení kritérií podle kterých je hodnocena efektivnost systému
- Určení podrobnosti jak je důležitá úroveň modelování
- Jaké objekty systém v sobě zahrnuje

- Jaké požadavky vstupují do systému
- Jakým způsobem se přidělují omezené zdroje

Pro vytvoření modelu výrobních systémů a procesů v nich probíhajících, je třeba nejprve pochopit strukturu výroby a seznámit se s jejími jednotlivými částmi:

- Typ výroby
- Topologie a rozmístění
- Tok materiálů
- Tok informací
- Strojový park a vybavení
- Personál a lidské zdroje (8)

### FÁZE 3 Sběr dat

Simulace je datově náročnou aplikací a problém nasává pokud nejsou požadovaná data k dispozici. Model je možné vytvořit i bez dat jsou-li k dispozici rozumné předpoklady o charakteru modelování (názory expertů, analogie,...) Další možností pokud nejsou dostupná data je potřeba se spolehnout na reálnost expertních odhadů od pracovníků, kteří mají s danou činností nejvíce zkušeností. (8)

### FÁZE 4 Tvorba simulačního modelu

Vychází se z konceptuálního modelu z Fáze 2. Tvorba počítačového modelu je první kontrolou konceptuálního modelu, protože počítačová logika odhalí to, co bylo přehlédnuto při tvorbě tohoto modelu. (8)

### FÁZE 5 Verifikace a validace modelu

Verifikací rozumíme ověření toho, zda vytvořený počítačový model je v souladu s původním konceptuálním modelem. Jde o kontrolu přepisu reálného systému do simulačního programu. Validací chápeme ověření toho, zda je počítačový model ve shodě s realitou. Pokud vytváříme model existujícího systému tak nejnepřímým způsobem kontroly je srovnání výstupů modelu s reálnými daty.

Nelze očekávat úplnou shodu modelu a reality. Protože model vždy zůstane zjednodušením reality. Z tohoto důvodu se doporučuje se vyvarovat modelování různých detailů protože se komplikuje případné pozdější editování počítačového modelu

Podle dosažené validity může být model.

- „replikativně validní – reprodukuje data z reálného systému,
- prediktivně validní – model poskytuje data předtím, než je poskytuje reálný systém,
- strukturně validní – model je schopný nejenom reprodukovat pozorovaná data, ale také věrně odráží způsob činnosti reálného.“ (8, str.4)

#### FÁZE 6 Provedení experimentů a analýza výsledků

Pro řešitelský tým je tato fáze nejzajímavější částí projektu, protože práce vložená do projektu začíná přinášet první výsledky. Doporučuje se volná diskuze ohledně fungování modelu (použití např. animací) mezi řešitelským týmem a klientem. Vhodné je připravit si několik variant s prezentací pro klienta. (8)

#### FÁZE 7 Dokumentace modelu

Mnohdy podceňovanou je právě tato fáze při které proběhne podcenění dokumentace projektu, Bez popisu struktury modelu, vývoje modelu a výsledků experimentu je prakticky nemožné se k modelu později vrátit, nebo použít části modelu v budoucích aplikacích. (8)

#### FÁZE 8 Implementace

Analýzou výsledků a dokumentací simulační projekt nekončí. Nejpodstatnější je právě implementace projektu do praxe což může nést s sebou mnohé problémy, např. nespolupracující zaměstnanci apod. (8)

##### **2.5.4.4 Omezení simulace**

Každý model je tak dobrý, jak jsou dobré předpoklady, na nichž je založen. V případě simulačních modelů se předpoklady skládají z popisu fyzického systému a rozhodovacích pravidel. Vyjádřit adekvátně fyzický systém není obvykle problém; fyzické prostředí může být vyjádřeno v jakémkoli požadovaném detailu. Nejvíce

problémů se objevuje při popisu rozhodovacích pravidel, kvantifikaci soft proměnných a výběru hranic a mezi systému.(15)

- Přesnost rozhodovacích pravidel.

Popis rozhodovacích pravidel je při stavbě modelu jedním z potenciálních zdrojů problému. Model zobrazuje, jak jednotliví „účinkující“ v systému tvoří rozhodnutí, ať už jsou jejich rozhodovací pravidla správná nebo nejsou. Model tedy musí zobrazovat aktuální rozhodovací strategie používané lidmi v modelovaném systému a postihnout i omezení a chyby v těchto strategiích.(20)

- Soft proměnné

Většinu dat představují soft proměnné. Tj. nejvíce našich znalostí jsou popisná data, kvalitativní, obtížně kvantifikovatelná a nikdy nebyla zaznamenána. Soft proměnné mají také své odpůrce kteří se orientují pouze na Hard proměnné (měřitelná data) s argumentem že: Jak můžeme provádět statistická šetření, pokud nemáme číselná data? Ignorování soft proměnných způsobí, že mají v modelu nulovou hodnotu – pravděpodobně jedinou hodnotu o níž víme, že je chybná. Ovšem, všechny vztahy a parametry v modelech, ať už založené na Hard či Soft proměnných jsou od jisté hranice nepřesné. Určití lidé nemusí souhlasit s nastavenou důležitostí určitých faktorů. Modeláři tedy musí provést analýzu citlivosti, aby zjistili, jak se změni jejich předpoklady v závislosti na určitých rozhodnutích.(20)

- Hranice modelu

„V praxi ale platí, že mnoho simulačních modelů má velmi úzké hranice. Ignorují faktory ležící mimo oblast znalostí modeláře nebo zájmu investora a tím ignorují důležité zpětné vazby. Důsledky omezení hranic nebo opomenutí zpětné vazby mohou být vážné.“(20, str.8)

Předcházející dvě kapitoly byly zaměřeny na různé modelovací techniky a přístupy, jejich výhody a nevýhody, aby potenciální uživatel modelu získal alespoň přibližný obraz toho, co může očekávat. Nezávisle na jejich omezeních zde není pochyb o tom, že mohou být velmi důležitým nástrojem rozhodování. Dobře sestavené počítačové modely převyšují v mnohém mentální modely sebechytřejších osob.

### 2.5.5 WITNESS

Již několikrát zmíněný software Witness vyvíjí společnost Lanner Group se sídlem ve Velké Británii, která se specializuje na aplikaci moderních metod v oblasti modelování procesů. V této oblasti tvorby programového vybavení je považována za světovou jedničku. Pro Českou Republiku je výhradním zástupcem Humusoft s.r.o. Witness je velmi úspěšný nástroj používaný pro podporu rozhodování vedoucích pracovníků při řešení výrobních, obslužných a logistických procesů. Využívá se hlavně v oblasti produktů pro interaktivní simulaci systémů diskrétních událostí, které jsou postaveny na organizaci fyzických a logických elementů. Witness napomáhá omezit rizika při realizaci změn v organizacích tím, že umožňuje vytvářet interaktivním způsobem vizuálně srozumitelné simulační modely složitých podnikových procesů, tyto analyzovat a optimalizovat.(10)

Detailní rozbor programu Witness není cílem této práce a bližší informace o tomto programu jsou uvedeny na webových stránkách výrobce a distributora. Program Witness podporuje propojení na různé systémy užívané v podnicích. Za zmínku jistě stojí aplikace Microsoft Excel z jejíž databáze dat může Witness načítat data a použít je jako vstupní údaje do simulace a také komunikace s CAD/CAM systémy. Samotný systém Witness má řadu rozšíření doplňkovými (plug-in) moduly:

- Miner - získávání informací a znalostí ze souborů dat.
- Optimizer - významně zkracuje experimentování tím, že automaticky naleznou optimální řešení vyhovující zadaným kritériím. Využívá k tomu sofistikované matematické metody a výsledky prezentuje v tabulkách a grafech.
- Documentor: určený pro snazší tvorbu dokumentace simulačních experimentů
- Virtuální realita: uplatnění 3D grafiky se naskytne když je simulaci vhodné podpořit dokonalou představou o systému
- Scenario Manager - Scenario Manager poskytuje uživatelům prostředí pro návrh jednotlivých variant procesů a pro jejich tabulkové, grafické a statistické vyhodnocení. (16)

**Funkce Witness:**

- Komunikace s databázemi které využívají mechanizmy ActiveX a DOBC
- Witness dokáže pracovat jako „automation server“ i jako „Automation controller“
- Během simulace je možné číst,modifikovat a vytvářet nové záznamy v externích databázích
- Podpora přímého přístupu k tabulkám aplikace Microsoft Excel
- Výsledky simulace jsou k dispozici v HTML formátu a proto je snadné výsledky publikovat na jakémkoliv PC
- Podpora importu DXF souborů o doplňující moduly pro optimalizaci procesů, zobrazení virtuální reality, propojení s daty z programu Microsoft Visio a propojení s CAD/CAM programy. (14)

V České a Slovenské republice se řadí program Witness k nejpoužívanějším nástrojům pro simulaci výrobních a logistických procesů.

Ve školním roce 1996/97 byla Fakultou podnikatelskou VUT v Brně zakoupena roční licence interaktivního vývojového systému Witness.

**Alternativa Witness**

Do třídy softwaru, který využívá grafického rozhraní mezi používanými simulačními jazyky a uživatelem. Do této kategorie patří např. Simul8, AutoMod, Quest, Arena.

V tomto případě je možné vytvářet model jak v podobě grafické tak i pomocí zdrojových kódů. Tím je zajištěna i jistá úroveň flexibility. Rovněž výstup lze zobrazit graficky, dnes nejčastěji pomocí vizualizace modelovaného problému. (5)

### **3 Analytická část práce**

Odstraněno

#### **3.1 Představení společnosti**



Skupinu STEKO spol. s r.o. tvoří rozvíjející se řada společností. Hlavní sídlo je v České republice - STEKO spol. s r.o. v Blansku. Kromě této centrály se v České republice nachází síť poboček, dceřiných společností (STEKO Praha, STEKO Pardubice, STEKO HP s.r.o. Karlovy Vary, STEKO CB s.r.o. České Budějovice, STEKO HP s.r.o. Plzeň, STEKO SV s.r.o. Dvůr Králové) a obchodních zastoupení v dalších městech. Zahraniční dceřiné společnosti jsou STEKO AG v Curychu a STEKO Slovakia s.r.o. v Bratislavě (22)

Skupina STEKO byla založena v roce 1991 a od této doby prochází soustavným rozvojem, který se projevuje zvyšováním objemu výroby, kvality, obchodu a sortimentu nabízených služeb produktů.

Hlavním cílem STEKO spol. s r.o. je navrhovat, vyrábět a prodávat svoje finální výrobky, které podléhají normě managementu jakosti ČSN EN 9001:2001: automatické dveře, průmyslová vrata, krby a zajišťovat zařizování supermarketů.

#### **3.2 Organizační struktura firmy**

Odstraněno

#### **3.3 Realizace výroby - divize krby**

Odstraněno

#### **3.5 Výroba krbové vložky Mars 7.1**

Odstraněno

##### **3.5.1 Analýza výrobního procesu**

Odstraněno

#### **3.5.1.1 Použité metody**

Odstraněno

#### **3.5.1.2 Popis technologického postupu**

Odstraněno

#### **3.5.2 Analýza výrobního toku:**

Odstraněno

#### **Návrhová část práce**

Odstraněno

#### **3.5.3 Model výroby**

Odstraněno

#### **3.5.4 Nastavení strojů**

Odstraněno

#### **3.5.5 Validace modelu**

Odstraněno

#### ***Zhodnocení návrhu***

Odstraněno

#### **Závěr**

Odstraněno



## Literatura

- [1] KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 1. vyd. Praha : C. H. Beck, 2001. 115 s. ISBN 80-7179-471-6.
- [2] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Cesty k vyšší produktivitě*. 1. vyd. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1996. 254 s. ISBN 80-902235-0-8.
- [3] ANDRÝSEK, L. *Jak dál při zvyšování produktivity* [online]. Moderní řízení, 2006 , 10. 8. 2006 [cit. 2008-05-18]. Dostupný z WWW: <[http://modernirizeni.ihned.cz/c4-10000545-19058890-600000\\_detail-jak-dal-pri-zvysovani-produktivity](http://modernirizeni.ihned.cz/c4-10000545-19058890-600000_detail-jak-dal-pri-zvysovani-produktivity)>.
- [4] KAVAN, M. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2002. 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
- [5] DLOUHÝ, M. *Simulace podnikových procesů*. 2007. vyd. Brno : Computer Press, 2007. 201 s. ISBN 978-80-251-1649-4.
- [6] SYNEK, M. *Manažerska ekonomika*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing a.s., 2007. 452 s. ISBN 8024719924.
- [7] VACEK, J. *Manažerské rozhodování* [online]. 2005 [cit. 2008-05-09]. Dostupný z www: <<http://www.kip.zcu.cz/kursy/MR/MR1.ppt>>.
- [8] DLOUHÝ, M. *Simulace podnikových procesů*. Brno : Computer Press, 2007. 201 s. ISBN 978-80-251-1649-4.
- [9] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. 2. rozš. vyd. Praha : Grada Publishing, spol. s r.o., 2000. 408 s. ISBN 80-7169-955-1.
- [10] DANĚK, J. *Využití simulačních metod pro podporu manažerského rozhodování* [online]. 1999 [cit. 2008-05-09]. Dostupný z www: <[http://www.humusoft.cz/pub/witness/syst9903/sim\\_rp.htm](http://www.humusoft.cz/pub/witness/syst9903/sim_rp.htm)>.
- [11] MELČÁK, M.. *Výrobní management : Učební texty* [online]. Zlín : 1999 [cit. 2008-05-09]. Dostupný z www: <[http://hostit.cz/melcak/publikace/vyrobní\\_management\\_1999.pdf](http://hostit.cz/melcak/publikace/vyrobní_management_1999.pdf)>. ISBN 80-214-1393-x.
- [12] ZELINKA, I. *Software pro simulaci podnikových procesů*. Automatizace. 2005, roč. 48, č. 2, s. 94. Dostupný z www: <<http://www.automatizace.cz/article.php?a=533Zelinka>>.
- [13] BASL, Josef. *Podnikové informační procesy : podnik v informační společnosti*. Praha : Grada, 2002. 144 s. ISBN 80-247-0214-2.

- [14] HABÁŇ, J. *Analýza českého APS/SCM trhu* [online]. 2004 , 04.12.2004 [cit. 2008-05-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.cvis.cz/hlavni.php?stranka=novinky/clanek.php&id=196>>.
- [15] GLOMBÍKOVÁ, V. *Simulace procesů konfekční výroby*. [online].2006. Dostupný z WWW: <[http://www.kod.vslib.cz/ucebni\\_materialy/PSI/Skripta%20PSI-5.pdf](http://www.kod.vslib.cz/ucebni_materialy/PSI/Skripta%20PSI-5.pdf)>. s. 130
- [16] VIDECKÁ , Z. *Výuka řízení výroby a logistiky s využitím počítačové simulace* [online]. 1996 [cit. 2008-05-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.humusoft.cz/pub/witness/videcka/videcka.htm>>.
- [17] Prokůpek, M. *Simulační metody jako nástroj rozhodování - modelování pomocí programu Witness* [online]. 2006. 79 s. Masarykova univerzita, Katedra podnikového hospodářství. Diplomová práce. Dostupný z WWW: <[http://is.muni.cz/th/62899/esf\\_m/Diplomova\\_prace\\_-\\_Marek\\_Prokupek\\_62899.txt](http://is.muni.cz/th/62899/esf_m/Diplomova_prace_-_Marek_Prokupek_62899.txt)>.
- [18] HOLOČIOVÁ , Z., TUČEK, D. *Jaké metody řízení využívají informační systémy v praxi?*. Connect!. 2003, č. 07/08, s. 43. Dostupný z WWW: <<http://www.cvis.cz/hlavni.php?stranka=novinky/clanek.php&id=28>>.
- [19] DRAHOTSKÝ, Ivo, ŘEZNÍČEK, Bohumil. *Logistika - procesy a jejich řízení*. Odpovědný redaktor Ondřej Jirásek. 1. vyd. Brno : Computer Press, 2003. 334 s. ISBN 80-7226-521-0.
- [20] STERMAN, J. *Skeptikův průvodce počítačovým modelováním*. [online]. 2006 [cit. 2008-05-09]. Dostupný z WWW: <[http://www.e-profess.cz/data/art/Skeptikuv\\_pruvodce.pdf](http://www.e-profess.cz/data/art/Skeptikuv_pruvodce.pdf)>.
- [21] KOLÁŘ, J. *PŘÍRUČKA JAKOSTI QMI/02*. [s.l.] : [s.n.], 2002. 95 s.
- [22] *STEKO historie firmy* [online]. 2007 [cit. 2008-05-18]. Dostupný z WWW: <<http://STEKO.cz/historie-firmy>>.
- [23] HUŠEK, R.. *TRENDY V OBLASTI PLÁNOVÁNÍ* [online]. 2006 [cit. 2008-05-18]. Dostupný z WWW: <[http://209.85.135.104/search?q=cache:A5ZAx0YuM04J:www.kod.tul.cz/info\\_predmety/Psi/prednasky\\_2007/prednaska\\_1\\_PSI.pdf+princip+funkce+simul8&hl=cs&ct=clnk&cd=2&gl=cz&lr=lang\\_cs&client=firefox-a](http://209.85.135.104/search?q=cache:A5ZAx0YuM04J:www.kod.tul.cz/info_predmety/Psi/prednasky_2007/prednaska_1_PSI.pdf+princip+funkce+simul8&hl=cs&ct=clnk&cd=2&gl=cz&lr=lang_cs&client=firefox-a)>.